

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosim, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Hafner, R., 2015. Izdelava računske energetske izkaznice za izbrano stavbo. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Kunič, R., somentorica Dovjak, M.): 47 str.

Datum arhiviranja: 16-02-2016

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Hafner, R., 2015. Izdelava računske energetske izkaznice za izbrano stavbo. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Kunič, R., co-supervisor Dovjak, M.): 47 pp.

Archiving Date: 16-02-2016

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

**VISOKOŠOLSKI STROKOVNI
ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE
STOPNJE OPERATIVNO
GRADBENIŠTVO**

Kandidat:

ROK HAFNER

**IZDELAVA RAČUNSKE ENERGETSKE IZKAZNICE ZA
IZBRANO STAVBO**

Diplomska naloga št.: 100/OG-MO

**MAKING CALCULATED ENERGY CERTIFICATE FOR
CHOOSEN BUILDING**

Graduation thesis No.: 100/OG-MO

Mentor:

doc. dr. Roman Kunič

Somentorica:

doc. dr. Mateja Dovjak

Ljubljana, 17. 09. 2015

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVE

Spodaj podpisani Rok Hafner izjavljam, da sem avtor diplomskega dela z naslovom »Izdelava računske energetske izkaznice za izbrano stavbo«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju UL FGG.

Rok Hafner

Škofja Loka, 3. 9. 2015

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN Z IZVLEČKOM

UDK:	UDK/UDC: 699.8(497.4)(043.2)
Avtor:	Rok Hafner
Mentor:	doc. dr. Roman Kunič
Somentorica:	doc. dr. Mateja Dovjak
Naslov:	Izdelava računske energetske izkaznice za izbrano stavbo
Tip dokumenta:	Dipl. nal. - VSŠ
Obseg in oprema:	47 str., 16 pregl., 4 graf., 14 sl.
Ključne besede:	računska energetska izkaznica, merjena energetska izkaznica, KI Energija, URSA Gradbena fizika, vrtec, energijski faktorji, primerjava računske in merjene energetske izkaznice

Izvleček

Diplomska naloga obravnava štiri podane energetske izkaznice za vrtec v Škofji Loki, ki je bil zgrajen v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja in saniran leta 2014. Po veljavni zakonodaji in metodologiji dela sta s pomočjo programa KI Energija 2014 izdelani merjena in računska energetska izkaznica, in sicer za stanje stavbe pred sanacijo, in dve računski energetske izkaznici za stanje stavbe po sanaciji v programu KI Energija 2014 in URSA Gradbena fizika 4.0. Vsebina diplomske naloge na začetku opisuje veljavno zakonodajo na področju energetskih izkaznic, nato sledi opis obravnavane stavbe, metodologija dela, rezultati, izpisi energijskih kazalnikov in primerjava energetskih izkaznic med seboj. Diplomska naloga na koncu tudi obravnava smiselne ukrepe za energetsko izboljšavo izbrane stavbe, med katerimi so podrobneje predstavljeni ukrepi za optimiziranje senčil, povečanje dodatne toplotne izolacije na strehi, mehansko prezračevanje z vračanjem toplote, ukrepi na razsvetljavi in organizacijski ukrepi.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC:	UDK/UDC: 699.8(497.4)(043.2)
Autor:	Rok Hafner
Supervisor:	assist. prof. Roman Kunič, Ph.D.
Co-advisor:	assist. prof. Mateja Dovjak, Ph.D.
Title:	Making calculated energy certificate for choosen building
Document type:	Graduation Thesis – Higer professional studies
Notes:	47 p., 16 tab., 4 diag., 14 fig.
Key words:	calculated energy certificate, measured energy certificate, KI Energija, URSA Gradbena fizika, energy factors, preschool, comparison calculated and measured energy certificate

Abstract

The graduation thesis addresses four given energy efficiency certificates for the preschool in Škofja Loka, calculated according to the valid legislation and work methodology. The building in question was built in the seventies of last century and had it's efficiency improved in 2014. The state of the building before improvements has both measured and calculated efficiency certificates made using the KI Energija 2014 program, while the two energy efficiency certificates for the post-renovation building were made with KI Energija 2014 and URSA Gradbena fizika 4.0 programs. In the first part of the graduation thesis we look at the valid legislation concerning energy efficiency certificates, followed by the description of the examined work, work methodology, results and energy efficiency certificates comparison. The thesis concludes with logical actions that might be undertaken to improve the energy efficiency of the building among which the measures to optimize window shading, improve the roof heat insulation, as well as lighting measures, organizational changes and the introduction of a heat recuperation system are described in depth.

ZAHVALA

Najprej bi se za pomoč in podporo v času študija in pri izdelavi diplomske naloge. zahvalil staršem, bratoma, Sandri, prijateljem in sošolcem.

Ravnateljici vrtca in hišniku bi se zahvalil za pomoč pri pridobitvi potrebnih podatkov za izdelavo diplomske naloge. Zahvalil bi se tudi somentorci in mentorju, katera sta mi omogočila izdelavo diplomske naloge.

KAZALO VSEBINE

IZJAVE	II
BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN Z IZVLEČKOM	III
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	IV
ZAHVALA	V
1 UVOD	1
1.1 NAMENI IN CILJI	2
2 ZAKONODAJA.....	3
2.1 SPLOŠNO O ENERGETSKI IZKAZNICI STAVBE	4
2.1.1 Računska energetska izkaznica (rEI)	4
2.1.2 Merjena energetska izkaznica (mEI)	4
2.2 ENERGIJSKI KAZALNIKI	5
2.2.1 Osnovni pojmi	5
2.2.2 Energijski kazalniki računske EI	6
2.2.3 Energijski kazalniki merjene EI.....	6
2.3 KDAJ JE IZDELAVA EI POTREBNA.....	7
3 OPIS IZBRANE STAVBE	8
3.1 POVRŠINE IN PROSTORI	8
3.2 KONSTRUKCIJSKI SKLOPI OBSTOJEČEGA STANJA	10
3.3 OPIS IZVEDENE ENERGETSKE SANACIJE	13
3.4 SISTEMI IN NAPRAVE ZA DELOVANJE STAVBE	13
3.4.1 Prezračevanje	13
3.4.2 Ogrevanje	14
3.4.3 Topla voda	14
3.4.4 Razsvetljava.....	14
4 POTEK IZDELAVE ENERGETSKE IZKAZNICE.....	15
4.1 POTEK IZDELAVE MERJENE EI	15
4.2 POTEK IZDELAVE RAČUNSKE EI V PROGRAMU KI ENERGIJA	17
4.2.1 Meteorološki podatki	17
4.2.2 Cone	18
4.2.3 Konstrukcije	19
4.2.4 Sistemi.....	19
4.3 POTEK IZDELAVE RAČUNSKE EI V PROGRAMU URSA GRADBENA FIZIKA.....	20

5 REZULTATI ENERGETSKE IZKAZNICE.....	21
5.1 PRED ENERGETSKO SANACIJO STAVBE	21
5.1.1 Merjena EI	21
5.1.2 Računska EI	22
5.2 PO ENERGETSKI SANACIJI STAVBE	24
5.2.1 Računska EI (program KI Energija).....	24
5.2.2 Računska EI (program Gradbena fizika URSA 4).....	25
 6 PRIMERJAVE ENERGETSKIH IZKAZNIC	 27
6.1 PRIMERJAVE RAČUNSKE EI Z MERJENO EI PRED SANACIJO.....	27
6.1.1 Razlika v dovedeni energije za gretje	28
6.1.2 Razlika v dovedeni električni energiji.....	30
6.2 PRIMERJAVA RAČUNSKE EI IZDELANE V PROGRAMU KI ENERGIJA IN URSA PO SANACIJI ...	31
6.3 PRIMERJAVA RAČUNSKE EI PRED IN PO SANACIJI	32
 7 UKREPI ZA ENERGETSKO UČINKOVITOST STAVBE.....	 35
7.1 OPTIMIRANJE SENČIL NA OKNIH	35
7.2 DODATNA TOPLOTNA ZAŠČITA STREHE.....	36
7.3 MEHANSKO PREZRAČEVANJE Z VRAČANJEM TOPLOTE.....	37
7.4 UKREPI NA RAZSVETLJAVI	38
7.5 ORGANIZACIJSKI UKREPI	39
7.6 OSTALI MOŽNI UKREPI.....	40
 8 ZAKLJUČEK	 41
 VIRI	 43

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Okvirni pregled dnevnih dejavnosti v vrtcu.....	8
Preglednica 2: Lastnosti porofen in perlitni beton.....	11
Preglednica 3: Površine na vertikalnem zunanjem ovoju prvotnega dela stavbe.....	12
Preglednica 4: Površine na vertikalnem zunanjem ovoju prizidka	13
Preglednica 5: Povprečne letne in mesečne temperature zraka izmerjene na letališču Brnik (september – december, 2012 – 2014)	17
Preglednica 6: Meteorološki podatki za izbrano stavbo.....	17
Preglednica 7: Dovedena energija za delovanje stavbe (rEI KI Energija, pred sanacijo).....	23
Preglednica 8: Dovedena energija za delovanje stavbe (rEI KI Energija, po sanaciji) ...	24
Preglednica 9: Dovedena energija za delovanje stavbe (rEI URSA, po sanaciji).....	26
Preglednica 10: Povprečna mesečna in letna temperatura za leto 2012, 2013, 2014 in projektna temperatura.....	29
Preglednica 11: Analiza učinka energetske sanacije po segmentih na potrebno toploto za ogrevanje	33
Preglednica 12: Analiza učinka energetske sanacije po segmentih na potrebno dovedeno energijo za gretje.....	34
Preglednica 13: Primerjava potrebne toplote in dovedene energije v odvisnosti od obdobja senčenja s senčili	36
Preglednica 14: Primerjava privarčevane dovedene energije z sanacijo strehe	37
Preglednica 15: Primerjava privarčevane dovedene energije z uvedbo mehanskega prezračevanja z vračanjem toplote z izkoristkom 80 %	37
Preglednica 16: Primerjava privarčevane dovedene energije pri ukrepu menjave svetil	39

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Prikaz porabe električne energije za leto 2012, 2013 in 2014 (obdobje pred sanacijo)	16
Grafikon 2: Prikaz porabe zemeljskega plina za leto 2012, 2013 in 2014 s korekcijo (obdobje pred sanacijo)	16
Grafikon 3:Primerjava računske in merjene energetske izkaznice	27
.....	27
Grafikon 4: Primerjava potrebne dovedene energije pred in po energetski sanaciji.....	33

KAZALO SLIK

Slika 1: Razredi rEI pri letni potrebni toploti za ogrevanje.....	6
Slika 2: Obravnavani vrtec, pogled na fasado	8
Slika 3: Obravnavani vrtec, sprednji pogled	8
Slika 4: Tlorisni prikaz vrtca narejen s pomočjo program AutoCad.....	10
Slika 5: Prikaz dovedene energije, ki je namenjena pretvorbi v toploto (mEI).....	21
Slika 6: Prikaz dovedene električne energije (mEI)	21
Slika 7: Prikaz primarne energije in emisij CO ₂ (mEI).....	21
Slika 8: Prikaz rabe celotne energije v stavbi (mEI).....	22
Slika 9: Prikaz potrebne toplote za ogrevanje (rEI KI Energija, pred sanacijo)	22
Slika 10: Prikaz potrebne primarne energije in izpustov emisij CO ₂ (rEI KI Energija, pred sanacijo)	23
Slika 11: Prikaz potrebne toplote za ogrevanje (rEI KI Energija, po sanaciji).....	24
Slika 12: Prikaz potrebne primarne energije in izpustov emisij CO ₂ (rEI KI Energija, po sanaciji)	25
Slika 13: Prikaz potrebne toplote za ogrevanje (rEI URSA, po sanaciji)	25
Slika 14: Prikaz potrebne primarne energije in izpustov emisij CO ₂ (rEI URSA, po sanaciji)	26

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

A_k	Kondicionirana površina stavbe
El	Energetska izkaznica
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive
EU	Evropska unija
mEl	Merjena energetska izkaznica
PURES 2010	Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Uradni list RS, št. 52-2856/2010: 7840)
KI Energija	program Knauf Insulation Energija 2014
rEl	Računska energetska izkaznica
RS	Republika Slovenija
Q_f	Letna dovedena energija za delovanje stavbe
$Q_{f,h}$	Letna dovedena energija namenjena pretvorbi v toploto stavb
Q_{NH}	Letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe
Q_p	Letna primarna energija za delovanje stavbe

»Ta stran je namenoma prazna«

1 UVOD

V diplomski nalogi bom izdelal računsko energetske izkaznico za izbrano stavbo in jo primerjal z merjeno energetske izkaznico ter z računsko energetske izkaznico izdelano v drugem programu. Za to tematiko diplomske naloge sem se odločil, ker je danes družba ciljno usmerjena k varčevanju energije in zmanjševanju izpustov toplogrednih plinov v ozračje. Energetske izkaznice pa imajo pomembno informativno vlogo pri ukrepih zmanjšanja emisij in porabe energije, saj omogočajo vpogled v energijske kazalnike in analizo možnih sanacijskih ukrepov, ki jih lastnik stavbe lahko izvede za energijsko varčnejšo rabo. Med drugim pa služijo tudi morebitnemu najemniku oziroma kupcu za vpogled v energijske lastnosti stavbe pred podpisom najemne oziroma kupoprodajne pogodbe. Te informacije so pomembne zato, ker moramo pri samem nakupu oziroma najemu stavbe poleg kupne oziroma najemne cene upoštevati tudi obratovalne stroške. To so predvsem stroški za gretje, razsvetljavo, ogrevanje vode, hlajenje, prezračevanje in ostali. Z vpogledom v energetske izkaznice stavbe lahko tako kupec oziroma najemnik predvidi stroške, ki jih bo namenil za obratovanje stavbe in morebitne sanacijske ukrepe, s čimer bi stavbo energetske saniral.

Raziskave kažejo, da stavbe porabijo več kot tretjino celotne energije [1], zaradi tega razloga imajo pomembno vlogo pri zmanjšanju emisij toplogrednih plinov. Posledično se je povečalo povpraševanje po gradnji energetske varčnih hiš in investiranje v energetske prenove stavb. Dodatno je varčno gradnjo in energetske prenove spodbudila tudi Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta o energetske učinkovitosti (2012/27/EU), v kateri je Evropska unija (v nadaljevanju EU) od svojih članic zahtevala pripravo nacionalnega stavbnega fonda za spodbujanje naložb v energetske prenove javnih, zasebnih in poslovnih stavb. V Republiki Sloveniji (v nadaljevanju RS) so zahteve EU zakonsko urejene z Energetskim zakonom (EZ-1, Uradni list RS, št. 17/14). Dolgoročna strategija je, da bi do leta 2030 v primerjavi z letom 2005, s postopnimi cilji zmanjšati izpust emisij toplogrednih plinov za vsaj 70%, porabo končne energije v stavbah za 30% in pridobili vsaj 2/3 energije iz obnovljivih virov [2]. Pomembno vlogo pri tem imajo stavbe javnega sektorja, ker predstavljajo dobrih 10 % celotnega stavbnega fonda [1]. V Direktivi Evropskega parlamenta in Sveta o energetske učinkovitosti (2010/31/EU) je za vse novozgrajene stavbe javnega sektorja določeno, da morajo biti od leta 2019 dalje skoraj nič-energetske, za ostale vrste stavb pa ta rok začne veljati od 31.12.2020 dalje. Med drugim je predpisana tudi vsakoletna prenova minimalno 3 % površin stavb v lasti osrednje vlade [1]. Trenutna poraba javnih stavb v Sloveniji znaša 6730 TJ rabe končne energije, od tega vrtci porabijo 4 % končne energije [3].

1.1 Nameni in cilji

V diplomski nalogi želim primerjati izdelano računsko energetske izkaznico z merjeno. Pri tem želim z analizo odstopanj energijskih kazalnikov ugotoviti, ali lahko izkaznici med seboj ustrezno primerjamo in poiskati vzroke za razlike podanih vrednosti, v primeru da prihaja do večjih odstopanj. Moj namen je izdelati energetske izkaznici za obstoječo nestanovanjsko stavbo, in sicer za eno izmed enot vrtca v Škofji Loki. V okviru zmanjševanja energijske porabe je bil vrtec leta 2014 energetske saniran. Z izračunom energetske izkaznice po sanaciji želim ugotoviti tudi uspešnost same sanacije. Ker pa pri izdelavi energetske izkaznice z različnimi programi prihaja do znatnih odstopanj [4], želim dodatno preveriti rezultate odstopanja energijskih kazalnikov za izbrano stavbo v primeru izdelave računske energetske izkaznice v dveh različnih programih. Pri tem sem se odločil, da za primerjavo izdelam računski energetske izkaznici v programu Knauf Insulation (v nadaljevanju KI) Energija 2014 in URSA Gradbena fizika 4.0, za stanje izbrane stavbe po sanaciji. Poleg same izdelave energetske izkaznice pa se želim dodatno naučiti tudi o možnih ukrepih na stavbi, s katerimi zmanjšamo potrebo po energiji in z ukrepi, s katerimi lahko pridobimo energijo iz obnovljivih virov. To bom pridobil s preučitvijo možnih ukrepov za izbrano stavbo, kar je med drugim tudi obvezni del energetske izkaznice.

2 ZAKONODAJA

Energetske izkaznice (v nadaljevanju EI) so bile v Evropski uniji uvedene z Direktivo o energetske učinkovitosti stavb (Energy Performance of Buildings Directive(v nadaljevanju EPBD), 2002/91/ES), ki določala obvezno uvedbo EI od leta 2006 oziroma v primeru da v državi ni zadostnega število usposobljenih neodvisnih strokovnjakov za izvajanje zadolžene naloge od leta 2009 dalje. S prenovljeno direktivo EPBD (2010/31/EU) so se uvedle strožje zahteve glede EI. Ta je določala »zahteve po večji razširjenosti energetske izkaznice za stavbe v javnem sektorju, obvezno navedbo razreda energijske učinkovitosti pri trženju stavb ter večji poudarek na zagotavljanju kakovosti energetskega certificiranja stavb.« [5]

V Sloveniji je bila EI uvedena z Energetskim zakonom leta 2006, in sicer v Zakonu o spremembah in dopolnitvah energetskega zakona (EZ-B, Uradni list (v nadaljevanju Ur. l.) RS št. 118/2006) in leta 2012 z novelo Energetskega zakona (EZ-E, Ur. l. RS št. 10/2012). Danes je EI v Sloveniji predpisana v:

- Energetskem zakonu, v katerem je podrobno opisana EI, dolžnosti povezane z njo, izdajanje in nadzor nad izdanimi EI ter kaznovanje v primeru kršitev [6];
- Pravilniku o metodologiji in izdelavi energetskih izkaznic stavb [7] in Pravilniku o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o metodologiji in izdelavi energetskih izkaznic stavb [8], v njima so razloženi osnovni izrazi za razumevanje EI, vsebina, oblika, postopki in metodologija za izdelavo EI, pravila glede izdaje, namestitve, nadzora in registra izdanih EI;
- Pravilniku o usposabljanju, licencah in registru neodvisnih strokovnjakov za izdelavo energetskih izkaznic [9] in Pravilniku o spremembi Pravilnika o usposabljanju, licencah in registru licenc neodvisnih strokovnjakov za izdelavo energetskih izkaznic, kjer je podrobneje predpisan način usposabljanja, preizkusa znanja in pridobitve licence za neodvisnega strokovnjaka na področju izdelave EI;
- Uredbi o določitvi najvišjih cen za izdajo energetske izkaznice [10], v njej so določeni stroški, prispevki in najvišja cena za izdano EI.
- Metodologija za izračun EI je določena v:
 - Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah (krajše PURES) [11] in
 - Tehničnih smernicah TSG-1-004:2010, Učinkovita raba energije, izdana iz strani Ministrstva za okolje in prostor [12].

2.1 Splošno o energetske izkaznici stavbe

»Energetska izkaznica stavbe je listina s podatki o energijski učinkovitosti stavbe in s priporočili za povečanje energijske učinkovitosti.« [6] Vsebovati mora »referenčne vrednosti, ki omogočajo primerjavo in oceno energetske učinkovitosti stavbe. Sestavni del energetske izkaznice so priporočila za stroškovno učinkovite izboljšave energetske učinkovitosti, razen pri novih stavbah in pri najemu.« [6] Veljavnost EI je 10 let oziroma v primeru novoizdelane EI, le ta nadomesti predhodno, saj stavba ne more imeti veljavnih več kot eno EI [6].

Poznamo dve vrsti energetske izkaznice, to sta računska energetska izkaznica (v nadaljevanju rEI) in merjena energetska izkaznica (v nadaljevanju mEI).

2.1.1 Računska energetska izkaznica (rEI)

Potek izdelave rEI je zakonsko predpisan. Zakonodaja predpisuje, da je naročnik ob naročilu EI dolžan neodvisnemu strokovnjaku, ki izdeluje EI, posredovati vso dokumentacijo, »ki odraža dejansko stanje stavbe in predstavlja izkaz energijskih lastnosti stavbe« [7]. Pri tem ga mora obvestiti o morebitnih odstopanjih izvedenih del od projektantskih. Neodvisni strokovnjak pa je dolžan pregledati naprave in stavbo. Pregleda je oproščen le v primeru, če gre za stanovanje, novozgrajeno stavbo ali v njej posamezne dele, ob pogoju, da se z lastnostmi stavbe seznani v zadostni meri [7].

Računska EI se izdelava: »na podlagi izračunanih energijskih kazalnikov rabe energije stavbe. Energijski kazalniki se določijo po računski metodologiji, temelječi na pravilniku, ki ureja metodologijo učinkovite rabe energije v stavbah« [7]. V primeru da »podatki o lastnostih obstoječe stavbe, ki so potrebni za izdelavo energetske izkaznice, niso na voljo, se upoštevajo podatki iz projektne dokumentacije in zahteve iz predpisov, ki so veljali v času izdaje gradbenega dovoljenja« [7]. Računska EI se izda za: »novozgrajene stavbe in novozgrajene dele stavb, obstoječe stanovanjske stavbe in stanovanja« [7] oziroma če neodvisni strokovnjak oceni, da zaradi nezanesljivosti podatkov ni možno izdelati ustrezne mEI [7].

2.1.2 Merjena energetska izkaznica (mEI)

Postopek izdelave mEI je prav tako zakonsko predpisan, in sicer je naročnik dolžan pred samo izdelavo priložiti vso potrebno dokumentacijo za izdelavo mEI. Ta se izdelava »na podlagi meritev rabe energije« [7] za obdobje zadnjih treh let. V primeru da »podatki o porabljeni energiji za zadnja tri leta niso na voljo, se uporabijo podatki za zadnji dve ali za

zadnje končano koledarsko leto pred letom izdelave izkaznice» [7]. Pri sami izdelavi pa je neodvisen strokovnjak dolžan preveriti prejete podatke in pregledati stavbo, naprave v njej ter »prevzemno-predajnega mesta dobave ali oddaje energije« [7]. Merjena EI se izda v primeru da gre za: »obstoječe nestanovanjske stavbe ali nestanovanjske dele stavb« [7].

2.2 Energijski kazalniki

2.2.1 Osnovni pojmi

Energijski kazalniki so podani rezultati energetske izkaznice, ki se prikažejo na barvnem poltraku. Za lažje razumevanje je potrebno najprej razložiti pojme kot so [8]:

- kondicionirana površina stavbe (oznaka: A_k), pomeni »ogrevano in/ali hlajeno zaprto neto površino stavbe v skladu s standardoma SIST EN ISO 13789 in SIST ISO 9836 in pravilnikom, ki predpisuje metodologijo učinkovite rabe energije v stavbah«;
- letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe (oznaka: Q_{NH} , enota: kW h/a), pomeni »toplotno potrebo stavbe zaradi transmisijskih in ventilacijskih toplotnih izgub, zmanjšana za izkoristljive pritoke sončnega sevanja in notranjih toplotnih virov«;
- letna dovedena energija za delovanje stavbe (oznaka: Q_f , enota: kW h/a), pomeni »celotno končno energijo, ki jo stavba potrebuje za pokrivanje potreb za ogrevanje, hlajenje, prezračevanje, klimatizacijo in razsvetljavo«;
- letna primarna energija za delovanje stavbe (oznaka: Q_p , enota: kW h/a), pomeni »energijo primarnih nosilcev energije, ki je pridobljena z izkoriščanjem naravnih energetskih virov, ki niso izpostavljeni tehnični pretvorbi in so porabljeni za delovanje stavbe«;
- letne emisije CO₂, pomenijo »emisije zaradi delovanja stavbe na enoto kondicionirane površine stavbe (kg/(m²a)) ter se določijo v skladu s predpisi, ki urejajo učinkovito rabo energije v stavbah«;
- letna dovedena energija, namenjena pretvorbi v toploto stavb (oznaka: $Q_{f,h}$, enota: kW h/a), pomeni »celotno končno energijo, ki se dovaja sistemu v stavbo z namenom pretvorbe v toploto in se določi na podlagi standarda SIST EN 15603«;
- letna dovedena električna energija (enota: kW h/a), vključuje »rabo vse elektrike v stavbi, tudi za delovanje toplotnih črpalk, pripravo sanitarne tople vode, pomožno električno energijo, razsvetljavo, delovanje drugih naprav itd., določi se na podlagi meritev, v skladu s standardom SIST EN 15603« [7];
- letna primarna energija za delovanje stavbe (oznaka: Q_p , enota: kW h/a), pomeni »energijo primarnih nosilcev energije, ki je pridobljena z izkoriščanjem naravnih

energetskih virov, ki niso izpostavljeni tehnični pretvorbi in so porabljeni za delovanje stavbe«;

- minimalna zahteva je »referenčna vrednost letne potrebne toplote za ogrevanje Q_{NH} (kW h/a) in je določena s pravilnikom, ki ureja učinkovito rabo energije v stavbah za posamezno leto« [7].

2.2.2 Energijski kazalniki računske EI

Energijski kazalniki rEI so naslednji [8]:

- »letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe na enoto kondicionirane površine stavbe (oznaka: Q_{NH}/A_k , enota: kW h/(m²a)), ki se razvrsti v razrede, kot prikazuje spodaj priložena slika (slika 1);



Slika 1: Razredi rEI pri letni potrebni toploti za ogrevanje [13]

- letna dovedena energija za delovanje stavbe na enoto kondicionirane površine stavbe (oznaka: Q/A_k , enota: kW h/(m²a));
- letna primarna energija za delovanje stavbe na enoto kondicionirane površine stavbe (oznaka: Q_p/A_k , enota: kW h/(m²a));
- letne emisije CO₂ zaradi delovanja stavbe na enoto kondicionirane površine stavbe (enota: kg/(m²a)).«

2.2.3 Energijski kazalniki merjene EI

Energijski kazalniki mEI so [8]:

- »letna dovedena energija, namenjena pretvorbi v toploto na enoto kondicionirane površine stavbe (enota: kW h/m²a);

- letna poraba električne energije zaradi delovanja stavbe na enoto kondicionirane površine stavbe (enota: $\text{kW h}/(\text{m}^2\text{a})$);
- letna primarna energija za delovanje stavbe na enote kondicionirane površine stavbe (oznaka: Q_p/A_k , enota: $\text{kW h}/(\text{m}^2\text{a})$);
- letne emisije CO_2 zaradi delovanja stavbe na enoto kondicionirane površine stavbe.«

2.3 Kdaj je izdelava EI potrebna

Lastnik je sam dolžan za pridobitev EI, le ta je potrebna pri oglaševanju stavbe, kjer je lastnik dolžan navesti energijske kazalnike EI, kasneje pa jo predati bodočemu kupcu oziroma najemniku stavbe. Upravičeni so le lastniki, ki prodajajo oziroma oddajajo stavbo v najem pod sledečimi primeri [6]:

- »oddaja v najem za obdobje, krajše od enega leta;
- prodaja v primeru izkazane javne koristi za razlastitev;
- prodaja v postopku izvršbe ali stečajnem postopku;
- prodaja ali oddaja nepremičnine, ki je v last Republike Slovenije ali lokalne skupnosti prešla na podlagi dedovanja«.

Prav tako so do izdelave EI upravičeni naslednji tipi stavb [6]:

- »stavbe, ki so varovane v skladu s predpisi o varstvu kulturne dediščine;
- stavbe, ki se uporabljajo za obredne namene ali verske dejavnosti;
- industrijske stavbe in skladišča;
- nestanovanjske kmetijske stavbe, če se v njih ne uporablja energija za zagotavljanje notranjih klimatskih pogojev;
- enostavne in nezahtevne objekte ter
- samostojne stavbe s celotno uporabno tlorisno površino, manjšo od 50 m^2 .«

V vseh ostalih primerih pa je EI obvezna. Pri tem je lastnik stavbe dolžan poravnati vse nastale stroške povezane z izdelavo EI [6].

Novoizdelana EI se po izdaji vpiše v register EI, katerega vodi ministrstvo pristojno za energijo. Le to je pristojno tudi za izvajanje strokovnega nadzora nad izdanimi EI.

Za stavbe v lasti javnega sektorja, s površino večjo od 250 m^2 , pa je še posebej predpisano pravilo o namestitvi veljavne EI na vidno mesto [6].

3 OPIS IZBRANE STAVBE

Obravnavan vrtec je del enote vrtca Škofja Loka in pokriva krajevne skupnosti Rateče, Godešič in Trato. Sama stavba se nahaja na obrobju stanovanjskega naselja v bližini osnovne šole Cvetka Golarja, igrišča in telovadnice Trata. Spada pod dežurno enoto vrtca Škofja Loka, zato je odprt čez celo leto, razen ob sobotah, nedeljah in državnih praznikih, s poslovalnim časom od 5:15 ure zjutraj do 16:45 ure popoldan. Program vzgoje in izobraževanja vrtca predvideno traja od šest do devet ur dnevno. V samem vrtcu je lahko 193 otrok ob upoštevanju polnega normativa. Okvirni pregled dnevnih dejavnosti vrtca je opisan v preglednici 1 [14].

Preglednica 1: Okvirni pregled dnevnih dejavnosti v vrtcu [14]

Dnevna dejavnost	Okvirna razporeditev od – do [h]
Prihod otrok v vrtec, dejavnosti po izbiri otrok	5:15 – 7:30
Zajtrk	7:30 – 8:30
Različna področja dejavnosti v prostorih vrtca in na prostem	8:30 – 11:15
Priprava na kosilo in kosilo	11:15 – 12:15
Počitek in mirne dejavnosti, igre na prostem	12:30 – 13:30
Malica	13:30 – 14:00
Odhodi otrok domov, igre v prostorih vrtca ali na prostem	14:00 – 16:45



Slika 2: Obravnavani vrtec, pogled na fasado
(lasten vir, 2015)



Slika 3: Obravnavani vrtec, sprednji pogled
(lasten vir, 2015)

3.1 Površine in prostori

Vrtec je enoetažen, s povprečno višino 3,4 m, širino 61,6 m in dolžino 59,55 m. Zgrajen je bil v dveh delih, in sicer prvotni del vrtca v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja, v osemdesetih

pa so prvotnemu delu naredil še prizidek. Za pridobitev podatkov dimenzij, prostorov in površin sem v programu AutoCad narisal tloris načrta vrtca, kot prikazuje slika 4 na strani 10. Podatke sem pridobil iz projektne dokumentacije.

Prvotni del vrtca s skupno neto tlorisno površino 507,4 m² vključuje:

- šest igralnic, od katerih posamezna igralnica meri približno 40 m² površine, skupna površina vseh igralnic pa meri 241,6 m²;
- garderobe;
- kuhinjo;
- shrambe;
- sanitarne prostore in umivalnice;
- pisarno;
- hodnik in predprostor.

Neto tlorisna površina prizidka meri 471,5 m² in vključuje naslednje prostore:

- štiri igralnice, s približno površino ene igralnice 42 m², skupna površina igralnic pa je 168,02 m²;
- igralnico za razgibavanje, z površino 81,4 m²;
- garderobe;
- sanitarne prostore in umivalnice;
- kabinet vzgojiteljic in pisarno
- ter shrambo.

Neto uporabna površina vrtca meri 978,87 m², z bruto ogrevano površino 3785 m³ in neto ogrevano površino enako 3328 m³. V sami stavbi se nahaja deset igralnic s skupno tlorisno površino 409,63 m². Te so razdeljene po oddelkih za otroke različnih starostnih obdobj, in sicer dva oddelka za otroke prvega starostnega obdobja (1-3 let) in osem oddelkov za otroke drugega starostnega obdobja (3-6 let). Pred stavbo pa se nahaja zunanje otroško igrišče [14].



Slika 4: Tlorisni prikaz vrtca narejen s pomočjo program AutoCad [15]

3.2 Konstrukcijski sklopi obstoječega stanja

Konstrukcijski sklop stavbe sem razbral iz projektne dokumentacije. Zaradi pomanjkljive dokumentacije sem imel težavo pri razbiranju konstrukcijskega sklopa za prvotni del stavbe, saj je za ta del bil priložen le tlorisni načrt, iz katerega sem lahko razbral le konstrukcijo zunanjega zidu, za konstrukcijo tal in strehe pa sem predpostavil, da sta enaki prizidku. V nadaljevanju so opisani konstrukcijski sklopi posameznih obojev konstrukcije glede na današnje stanje.

Zunanji zid stavbe (osnovni) [15]:

- Prvotni del: notranji omet (1,5 cm), modularni bloki (29 cm), porobeton – zidni bloki (5 cm), podaljšana apnena malta (2 cm), kamena volna Knauf Insulation FKD-S (16 cm), podaljšana apnena malta (2 cm).

- Prizidek: notranji omet (1,5 cm), modularni bloki (19 cm), porobeton – zidni bloki (10cm), podaljšana apnena malta (2cm), kamena volna Knauf Insulation FKD-S (16 cm), podaljšana apnena malta (2 cm).

Podnožje zunanjega zidu stavbe (v nadaljevanju podnožje) [15]:

- Prvotni del: notranji omet (1,5 cm), modularni bloki (29 cm), porobeton – zidni bloki (5 cm), podaljšana apnena malta (2 cm), XPS KI Polyfoam XtraPluS (14 cm), podaljšana apnena malta (2 cm).
- Prizidek: notranji omet (1,5 cm), modularni bloki (19cm), porobeton – zidni bloki (10 cm), podaljšana apnena malta (2 cm), XPS KI Polyfoam XtraPluS (14 cm), podaljšana apnena malta (2 cm).

Streha:

- Prvotni del glede na predpostavko: porobeton – strešne plošče (25 cm), PVC folija, perlitni beton (3 cm), paropropustna folija, zračna plast, kritina – pocinkana pločevina.
- Prizidek: porobeton – strešne plošče (25 cm), PVC folija, perlitni beton (3 cm), steklena volna (10 cm), paropropustna folija, zračna plast, kritina – pocinkana pločevina [15].

Tla, predpostavljeno da je konstrukcijski sklop enak tako za prvotni del kot za prizidek [15]:

- Tla 1 (igralnice): parket (2,2 cm), cementni estrih (3,8 cm), PVC folija, porofen – fenolne plošče (5 cm), bitumenska hidroizolacija, podložni beton (10 cm), nasutje – pesek (20 cm).
- Tla 2 (garderobe, hodniki, itd.): linolej (0,3 cm), cementni estrih (6 cm), PVC folija, porofen – fenolne plošče (5 cm), bitumenska hidroizolacija, podložni beton (10 cm), nasutje – pesek (20 cm).

Podatke za perlitni beton in porofenske plošče sem vnesel v program sam, ker programa KI Energija in URSA Gradbena fizika teh podatkov v svoji bazi materialov nimata.

Preglednica 2: Lastnosti porofen [16] in perlitni beton [17]

Material	Gostota [kg/m ³]	Specifična toplota [kJ/(kgK)]	Toplotna prevodnost [W/(mK)]	Difuzijska odpornost vodni pari [-]
Porofen (fenolna) plošča	40,00	1,26	0,04	35,00
Perlitni beton (suh)	300,00	1044,00	0,09	4,00*

*predpostavljeno glede na perlitno malto

Glede prozornih površin na stavbi, z upoštevanjem projektne dokumentacije, predpostavljam, da je stavba pred sanacijo imela enojna termopan okna z dvema stekloma in lesenim okvirjem [15]. Toplotna prehodnost takega okna z upoštevanjem deleža zasteklitve 0,7 [18] znaša približno $1,97 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ [19]. Po sanaciji poznamo dejanski tip oken, in sicer okna Jelovica, Ekostar Premium (4-14-4-14-4) s toplotno prehodnostjo $0,88 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ [20]. Na južni in vzhodni strani prizidka ter na južni strani prvotnega dela so na zunanji strani oken nameščena senčila, ki so večino časa spuščena.

V nadaljevanju so podane vrednosti posameznih površin ovoja stavbe, in sicer:

- Površine posameznega konstrukcijskega sklopa prvotnega dela stavbe so naslednje:
 - tla 1 merijo $241,6 \text{ m}^2$;
 - tla 2 merijo 266 m^2 ;
 - streha meri $597,5 \text{ m}^2$;
 - posamezne površine na vertikalnem zunanjem ovoju stavbe so podane v preglednici 3.

Preglednica 3: Površine na vertikalnem zunanjem ovoju prvotnega dela stavbe

Del stavbe prvotnega dela	zunanji ovoj OSNOVNEGA DELA				zunanji ovoj PODNOŽJA			
	S	J	V	Z	S	J	V	Z
Celotna površina [m^2]	77,96	77,96	95,17	129,46	5,05	5,05	7,13	9,69
Okna [m^2]	18,68	20,78	59,48	28,85	/	/	/	/
Vrata [m^2]	0,00	3,52	2,23	0,00	/	/	/	/
Balkonska vrata [m^2]	0,00	2,00	2,00	0,00	/	/	/	/
Fasada [m^2]	59,28	53,66	33,46	100,61	5,05	5,05	7,13	9,69

- Površine posameznega konstrukcijskega sklopa prizidka pa so naslednje:
 - tla 1 merijo $249,5 \text{ m}^2$;
 - tla 2 merijo 222 m^2 ;
 - streha meri 535 m^2 ;
 - posamezne površine na vertikalnem zunanjem ovoju stavbe so podane v preglednici 4, na strani 13.

Preglednica 4: Površine na vertikalnem zunanjem ovoju prizidka

Del stavbe prizidka	zunanji ovoj OSNOVNEGA DELA				zunanji ovoj PODNOŽJA			
	S	J	V	Z	S	J	V	Z
Celotna površina [m ²]	127,44	127,44	63,97	24,32	9,54	9,54	4,14	1,58
Okna [m ²]	32,55	43,56	3,64	2,89	/	/	/	/
Vrata [m ²]	3,49	4,09	3,49	0,00	/	/	/	/
Balkonska vrata [m ²]	2,82	0,00	0,00	0,00	/	/	/	/
Fasada [m²]	88,58	79,79	56,84	21,43	9,54	9,54	4,14	1,58

3.3 Opis izvedene energetske sanacije

V letu 2014 je bil vrtec energetske saniran. Sanacija je vključevala prenovo zunanjega zidu stavbe, sanacijo strehe, postavitve lastnega plinskega kondenzacijskega kotla za potrebe ogrevanja, zamenjavo vseh oken in namestitve termostatskih ventilov na radiatorje. Pri tem je bil zunanji zid dodatno izoliran s fasadnimi ploščami FKD-S, debeline 16 cm, podnožje pa z XPS ploščami debeline 14 cm. Na strehi se je izvedel dvig, ustvaril se je prezračevalni sloj, na območju prizidka pa je bila dodana dodatna toplotna izolacija v debelini 10 cm. Sanacija je zajemala tudi zamenjavo oken, z okni proizvajalca Jelovica okna d.o.o., tipa JELOSTAR PREMIUM 4-14-4-14-4. S to prenovo je stavba postala energijsko varčnejša.

3.4 Sistemi in naprave za delovanje stavbe

3.4.1 Prezračevanje

Prezračevanje je večinoma naravno, v nekaterih prostorih kot so sanitarije, kuhinja in izolirnica pa so nameščene naprave za lokalno prezračevanje. V toaletnih prostorih se nahaja šest manjših ventilatorjev, v kuhinji dva večja ventilatorja in dva ventilatorja, ki prezračujeta prostor skozi prezračevalne kanale, v toaletnih prostorih in izolirnici. Skupno moč prezračevalnih naprav ocenjujem na 1,5 kW. Prezračevalne naprave delujejo na stikala, in sicer po potrebi približno 2 uri dnevno.

Vrtec ima v prostoru, igralnica za razgibavanje, nameščeno tudi eno klimatsko napravo, znamke Toshiba, ki večino časa ni v uporabi.

3.4.2 Ogrevanje

Vrtec je ogrevan na zemeljski plin. V neogrevanem prostoru je nameščen kondenzacijski kotel, znamke Vaillant (VU INT 656/4-5-H), z maksimalno močjo delovanja 65 kW [21]. Prostori so ogrevani z radiatorji, na katerih so nameščeni termostatski regulatorji z elektrotermičnim pogonom, ti omogočajo nadzorovano ogrevanje preko referenčnih prostorov in s tem posledično omogočajo manjšo porabo energije. Prostori se v času zasedenosti ogrevajo na temperaturo 21°C, v času nezasedenosti pa na temperaturo 17°C.

3.4.3 Topla voda

Voda se ogreva z električnimi grelniki, znamke Gorenje. Ti so nameščeni neposredno ob odvzemu tople vode, kar posledično pomeni manjšo razvodno pot, s tem pa manjše toplotne izgube na razvodu. V sami stavbi se nahaja 9 električnih grelnikov z različnimi prostorninami, in sicer dva z 150 l, šest z 80 l in eden z 8 l prostornine. Voda se ogreva na različne temperature, in sicer od najnižje temperature tople vode z 35°C, do najvišje 80°C. Temperatura tople vode se razlikuje glede na lokacijo odvzema vode, kriterij odločanja je starost otrok. Razlog za to je občutljivost različno starih otrok na vročino, tako je na primer v sanitarnih prostorih, kateri so namenjeni mlajšim otrokom, temperatura tople vode nižja.

3.4.4 Razsvetljava

V vrtcu se nahajajo štiri tipi različnih luči z ročnim vklopom in izklopom. Od tega sta dva tipa luči s fluorescentnimi sijalkami moči 58 W, in dva tipa luči, za katera predpostavljam razsvetljavo večinoma z halogenskimi žarnicami, moči 42 W. Skupna moč celotne razsvetljave je 15,28 kW, kar pretvorjeno na neto tlorisno površino izbrane stavbe znaša 15,66 W/m².

4 POTEK IZDELAVE ENERGETSKE IZKAZNICE

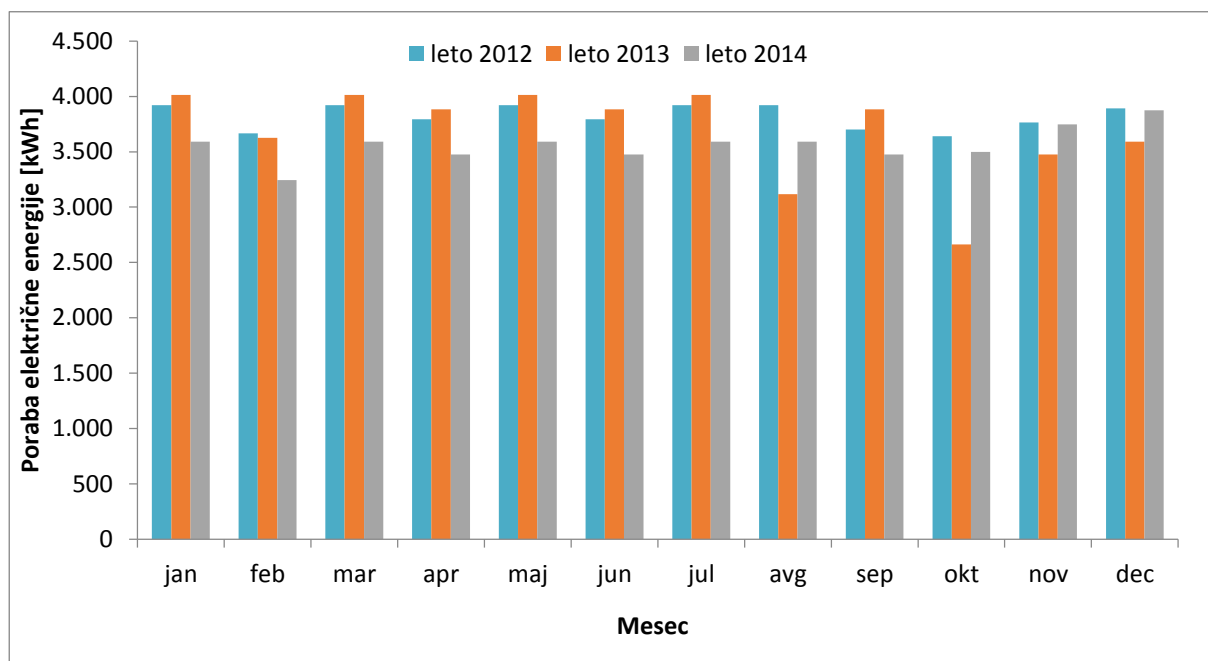
V okviru diplomske naloge sem izdelal štiri različne energetske izkaznice, in sicer tri EI s programom KI Energija 2014 in eno s programom URSA Gradbena fizika 4.0. V programu KI Energija sta izdelani dve računski EI s stanjem stavbe pred sanacijo in s stanjem stavbe po sanaciji ter ena merjena energetska izkaznica s pridobljenimi podatki porabe energije od leta 2012 do 2014, kar izraža energetsko stanje stavbe pred sanacijo. S pomočjo programa URSA Gradbena fizika pa sem izdelal računsko EI za stanje stavbe po sanaciji.

Podatke za izračun EI sem pridobil iz projektne dokumentacije vrtca, katerega mi je posredovala ravnateljica. Prav tako sem s pomočjo pisnega dopisa nadzornika sanacije pridobil podatke o energetske sanaciji stavbe. Za lažje delo sem s pomočjo računalniškega programa AutoCad načrte projektne dokumentacije prerisal v računalniško obliko in jih popravil glede na dejansko stanje stavbe. Informacije dejanskega stanja stavbe in naprav v njem pa sem pridobil na terenskem ogledu vrtca v sodelovanju s hišnikom.

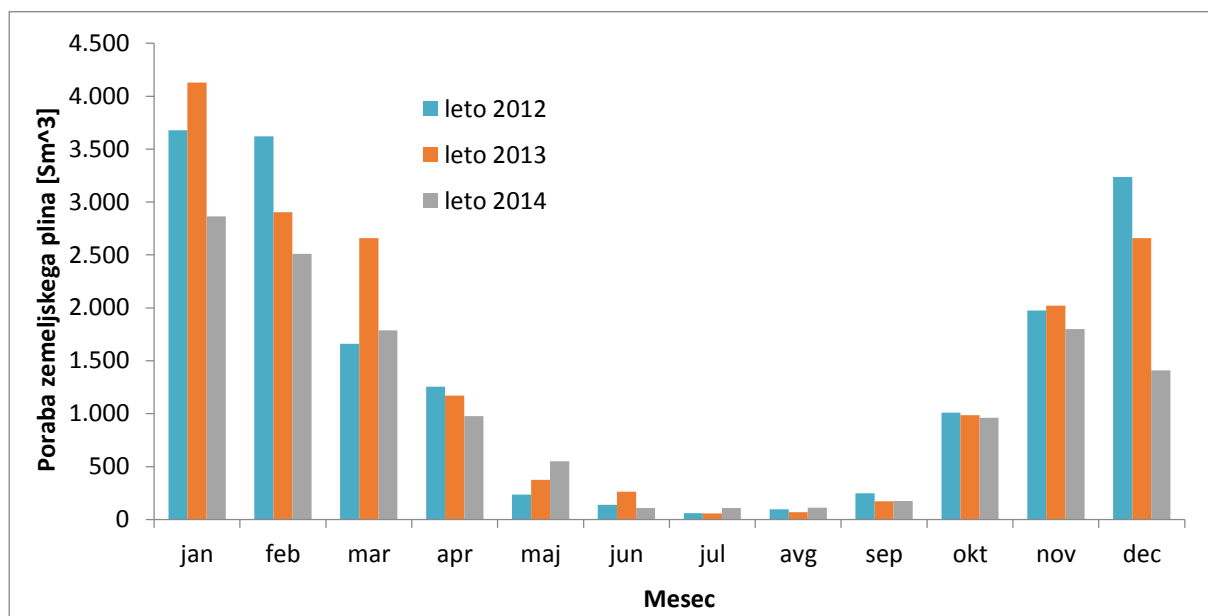
4.1 Potek izdelave merjene EI

Izbrana stavba za svoje delovanje potrebuje električno energijo in energijo pridobljeno iz zemeljskega plina. Za pravilno izračunano mEI je bilo potrebno pridobiti podatke porabe energije za obdobje zadnjih treh let. V grafikonih 1 in 2 (na strani 16) so prikazani podatki porabe električne energije in zemeljskega plina za leto 2012, 2013 in 2014.

Grafikon 1: Prikaz porabe električne energije za leto 2012, 2013 in 2014 (obdobje pred sanacijo)



Grafikon 2: Prikaz porabe zemeljskega plina za leto 2012, 2013 in 2014 s korekcijo (obdobje pred sanacijo)



Ob koncu leta 2014 je bila dokončana sanacija, zato podatki porabe plina za zadnje mesece, bolj natančno za zadnje tri mesece ne izražajo stanja porabe energije, ki bi jo stavba porabila v primeru, da do sanacije ne bi prišlo. Zaradi tega razloga sem izvedel korekcijo podatkov, in sicer tako da sem primerjal povprečno temperaturo leta 2014 z letoma 2012 in 2013. Za

povprečno temperaturo zunanega zraka posameznih mesecev sem uporabil povprečne mesečne temperature izmerjene na meteorološki postaji na letališču Brnik [22] Postopek korekcije podatkov sem izvedel tako, da sem procentualno določil odstopanje povprečne mesečne temperature med letoma 2014 in predhodnim letom 2012 oziroma letom 2013. Nato pa sem na podlagi procentualnega odstopanja izračunal predvideno porabo energenta v mesecu 2014.

Preglednica 5: Povprečne letne in mesečne temperature zraka izmerjene na letališču Brnik (september – december, 2012 – 2014) [22]

	Mesec/leto	2012	2013	2014
Povprečna temperatura zraka [°C]	Sep	15,4	14,6	14,9
	Okt	9,8	11,6	11,9
	Nov	7,2	5,9	7,9
	Dec	-1,0	0,9	1,7

4.2 Potek izdelave računske EI v programu KI Energija

4.2.1 Meteorološki podatki

S pomočjo Atlasa okolja [23] sem določil koordinate stavbe, na podlagi katerih sem pridobil meteorološke podatke za izbrano stavbo. Ti podatki so prikazani v spodnji preglednici (preglednica 6).

Preglednica 6: Meteorološki podatki za izbrano stavbo [24]

Mesec	Temperatura [°C]	Vlažnost [%]	Obsevanje [kW h/m ²]
Jan	-1	81	1069
Feb	1	77	1856
Mar	5	72	2724
Apr	9	71	3953
Maj	14	73	4702
Jun	17	74	5067
Jul	19	74	5227
Avg	19	76	4591
Sep	15	80	3326
Okt	10	82	1983
Nov	4	83	1122
Dec	0	84	832

Za področje, v katerem se nahaja obravnavana stavba, je značilno alpsko podnebje, s projektno temperaturo -13°C, s 3500 K dan/a temperaturnim primanjkljajem in 1111 kW h/(m²a) energije sončnega sevanja [24].

4.2.2 Cone

Stavbo sem uvrstil pod kategorijo 12630 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo. Obravnaval sem ga kot eno cono, zaradi enakega temperaturnega ogrevanja več kot 80 % prostorov [18]. Prostornine in površine stavbe pa sem vnesel iz podatkov, ki so navedeni v poglavju Opis izbrane stavbe.

Pri vnosu podatkov v program je bilo potrebno upoštevati dnevni čas normalnega ogrevanja stavbe. Pri tem je potrebno upoštevati, da se prostori ne ogrevajo stalno, ampak le v času zasedenosti. Vemo, da program vzgoje in izobraževanja v vrtcu traja do devet ur dnevno, da je polna zasedenost in uporaba vseh prostorov v vrtcu od 7:30 ure zjutraj do 14:00 ure popoldan, da so preostali poslovalni čas otroci v dežurnih, skupnih prostorih. Z upoštevanjem navedenih predpostavk, sem se odločil, da za normalni dnevni čas ogrevanja izberem srednjo vrednost med časom zasedenosti vseh prostorov in časom izobraževanja v vrtcu. Iz navedenega je normalni dnevni čas ogrevanja stavbe enak 8 ur dnevno. Pri tem so prostori v času zasedenosti ogrevani na 21°C, preostali čas pa je temperatura ogrevanja nastavljena na 17°C. V programu sem izbral možnost ogrevanja s prekinitvami, kar pomeni, da nam program izračuna notranjo temperaturo glede na podani dnevni in nočni čas ogrevanja. Za izračun notranje temperature pozimi sem glede na predpostavko vnesel vrednost, da se stavba osem ur dnevno ogreva na temperaturo 21°C, za preostali čas pa sem temperaturo nastavil na minimalno možno dopustno temperaturo, ki jo program omogoča vnesti, to je 18°C. Poletno notranjo temperaturo pa sem nastavil na 26°C.

Notranje toplotne vire prispevajo ljudje, naprave, procesi, materialni tokovi in razsvetljava v stavbi [18]. Določajo se po standardu SIST EN ISO 13790:2008 [25], sam pa sem za izračun upošteval poenostavljeni postopek za stanovanjske stavbe, in sicer z vrednostjo 4 W/m² [18]. Relativna vlaga zraka v vrtcih mora biti med 40 in 60 odstotki, sam sem predpostavil vrednost 60 % [26].

Pogoji za izmenjavo zraka nam predpisujejo, da je v stavbah namenjenih za delo in bivanje v času prisotnosti ljudi v prostoru, potrebno dosegati volumsko izmenjavo zraka (n) minimalno 0,5 h⁻¹. V času nezasedenosti prostorov pa vzdrževati izmenjavo zraka najmanj $n = 0,2 \text{ h}^{-1}$, razlog za to je, da odstranimo emisije v stavbi in preprečimo razne škodljivosti, kot na primer pojav kondenzacije. Nadaljnje je določeno tudi, da v prostorih, »kjer kajenje ni dovoljeno, brez upoštevanja drugih virov onesnaženja notranjega zraka in pri učinkovitosti prezračevanja ena« [27], najmanjši potrební dotok zraka enak 15 m³/h na osebo. Pri tem je

potrebno poudariti, da se izbrana stavba z izjemo nekaj prostorov prezračuje naravno, skozi okna, torej je dotok zraka predvsem odvisen glede na čas odprtih oken. Iz predhodno navedene vrednosti glede na potrebni dotok zraka na osebo, sem napravil informativni izračun, kjer sem upošteval, da se v sami stavbi skupaj z zaposlenimi lahko nahaja 250 oseb [14]. Rezultat izračuna nam poda potrebo po pretoku zraka z vrednostjo $3750 \text{ m}^3/\text{h}$, kar za izbrano stavbo pomeni potrebno izmenjavo zraka enako vrednosti $1,13 \text{ h}^{-1}$. Omenjeno vrednost je potrebno upoštevati le do osem ur dnevno, to je v času, ko so prostori v celoti zasedeni. Za ostali čas pa predpostavimo izmenjavo zraka na vrednost $0,2 \text{ h}^{-1}$, s tem izračunamo, da je minimalna potreba po izmenjavi zraka enaka $0,5 \text{ h}^{-1}$ [27]. Sam sem v programu nastavil vrednost na naravno prezračevanje, s številom izmenjave zraka enako $0,5 \text{ h}^{-1}$ [27]. Sklepamo pa lahko, da je izračunana vrednost potrebne izmenjave zraka premajhna, razlog za to je, upoštevanje minimalnih zahtev in posplošenih predhodno navedenih predpostavk, ne glede na tip stavbe. Potrebno je upoštevati, da se »količina vtoka (zunanjega) zraka uravnava po dejanskih potrebah obremenjenosti in času zasedenosti z uporabnikom prostora.« [27] Vemo, da so prostori v vrtcu večino časa polno zasedeni, posledično je več onesnaženja z izdihanim zrakom CO_2 , posledično je potreba po prezračevanju znatno večja. Upoštevati je potrebno, da je za dobro počutje in koncentracijo ljudi v prostoru potrebno poskrbeti za zadostno prezračevanje.

4.2.3 Konstrukcije

Konstrukcijske sklope in posamezne površine sem v program vnesel na podlagi konstrukcijskih sklopov navedenih v poglavju Opis izbrane stavbe. V tem poglavju je opisano obstoječe stanje stavbe, torej stanje po sanaciji. Zato je pri vnosu konstrukcijskih sklopov za stanje pred sanacijo potrebno upoštevati podatke v poglavju Izvedena energetska sanacija stavbe, iz katerih lahko sestavimo predhodni posamezni konstrukcijski sklop.

Vrednost toplotnih mostov sem izračunal po poenostavljenem načinu, in sicer s povečanjem toplotne prehodnosti celotnega ovoja stavbe za $0,06 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ [18].

4.2.4 Sistemi

Potrebne podatke za ogrevanje, ki jih program potrebuje za vnos, sem pridobil na terenskem ogledu stavbe in naprav v njej. Vnesel sem podatke, kateri so opisani podpoglavjem Sistemi in naprave za delovanje stavbe, v poglavju Opis izbrane stavbe. Za dolžino razvoda ogrevanja pa sem upošteval privzete vrednosti, katere program za dano stavbo poda in oceni sam.

Program KI Energija nam omogoča, da lahko pri sistemu tople vode določimo dejansko letno število dni potrebe po topli vodi. Za vnos tega podatka sem upošteval nezasedenost stavbe ob vikendih in državnih praznikih, zato je vrednost enaka 255 dni [28]. Specifično potrebo po dnevni rabi tople vode sem nastavil na $170 \text{ W h}/(\text{m}^2\text{d})$, to predstavlja vrednost za porabo vode v šolah brez tušev, s čimer se izbrana stavba lahko enači [18]. Razvodni sistem je zaradi nameščenih grelnikov tik nad odvzemov kratek, posledično sem za celotno stavbo določil približno 10 m dolg cevovod za toplo vodo.

Tako kot podatke za ogrevanje sem tudi podatke za razsvetljavo pridobil s terenskim ogledom stavbe. Popisal sem vsa svetila v stavbi po posameznih prostorih in izračunal instalirano moč svetil, le ta znaša $15,6 \text{ W}/\text{m}^2$. Čas uporabe prostorov pa sem določil s pomočjo programa, ki ima na izbiro možnih več različnih tipov stavb. Izbrano stavbo sem kategoriziral pod izobraževalne ustanove, kar posledično pomeni, da je vrednost uporabe prostorov enaka 1800 ur dnevno in 200 ur nočno.

Porabo energije lokalnega prezračevanja sem zaradi majhne rabe upošteval pod kategorijo drugi sistemi. Pri tem sem mesečno porabo električne energije pridobil z množenjem moči vseh naprav, s številom dnevnega časa obratovanja in številom delovnih dni. Izračunana vrednost je enaka 60 kWh potrebne mesečne električne energije.

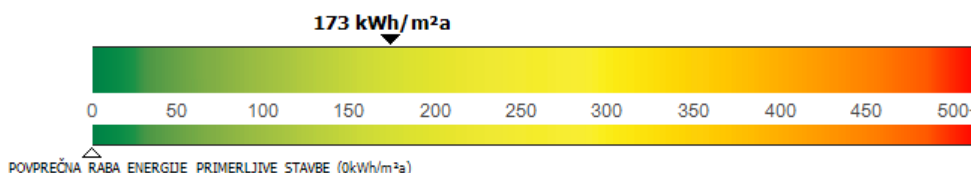
4.3 Potek izdelave računske EI v programu URSA Gradbena fizika

V programu URSA Gradbena fizika sem tako kot pri KI Energija najprej določil lego stavbe, na podlagi katere sem pridobil klimatske podatke. Sam program omogoča bolj podroben pregled in izpis klimatskih podatkov. Nato sem v programu določil izračun vračljivih toplot in vplivov toplotnih mostov po poenostavljenem načinu. Nadaljeval sem z vnosom con, kjer sem tako kot v programu KI Energija stavbo uvrstil v eno cono, z osmimi urami normalnega povprečnega dnevnega ogrevanja na temperaturo 21°C in mejno temperaturo znižanja na 17°C . Določil sem, da se ogrevalni sistem ob koncu tedna izklopi. Gradbene konstrukcije in površine pa sem vnesel na podlagi podatkov, ki so navedeni v poglavju Opis izbrane stavbe. V primerjavi z KI Energijo sem naredil izjemo pri vnosu prezračevalnih izgub, kjer sem stopnjo izmenjave zraka določil s prednastavljeno vrednostjo za učilnice in sejno sobo, katero program določi sam. Sisteme v stavbi pa sem vnesel na podlagi zgoraj opisanih podatkov v poglavju Sistemi in naprave za delovanje stavbe. Pri tem sem zanemaril vnos klimatske naprave in prezračevalnega sistema, ker le ta večino časa ni v uporabi.

5 REZULTATI ENERGETSKE IZKAZNICE

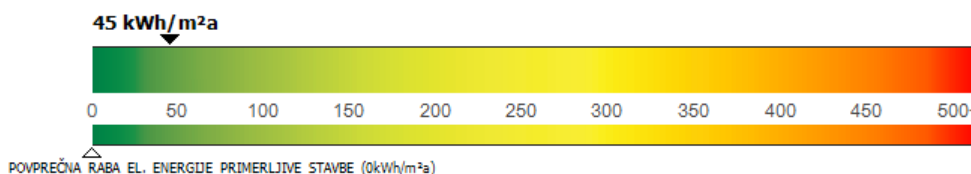
5.1 Pred energetska sanacija stavbe

5.1.1 Merjena EI



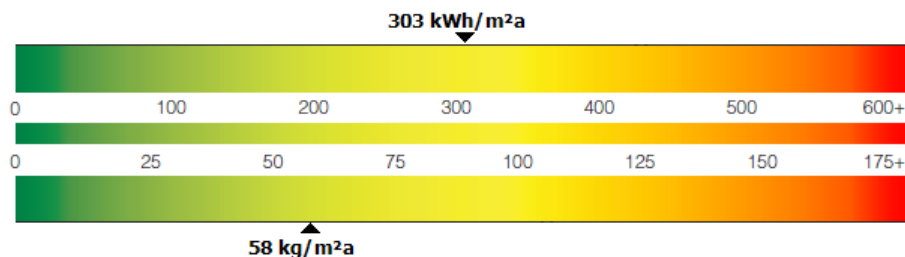
Slika 5: Prikaz dovedene energije, ki je namenjena pretvorbi v toploto (mEI)

Rezultati mEI prikazujejo, da stavba za ogrevanje potrebuje 16014 m^3 zemeljskega plina, kar pomeni 168944 kW h/a dovedene energije. Z upoštevanjem kondicionirane površine stavbe dobimo rezultat, da je potrebna dovedena energija enaka $173 \text{ kW h/(m}^2\text{a)}$. Primarna energija pri tem je enaka 185839 kW h/a , celotni izpust CO_2 za zemeljskega plina pa znaša 33789 kg/a .



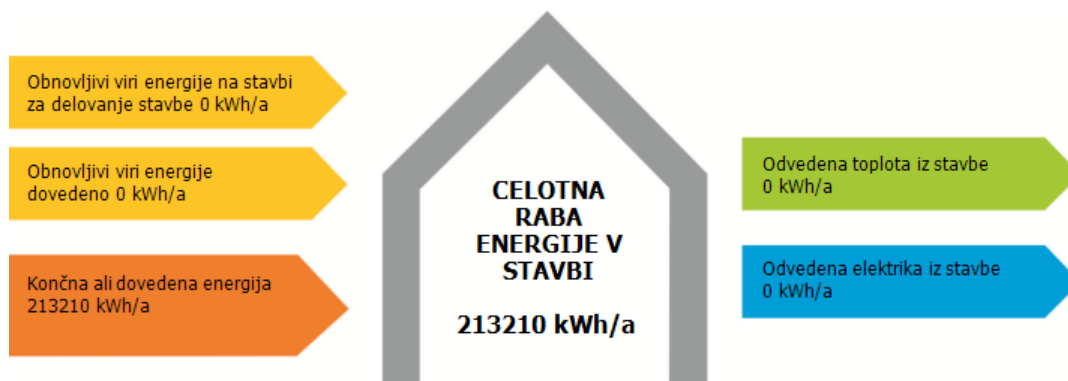
Slika 6: Prikaz dovedene električne energije (mEI)

Zemeljski plin predstavlja 79,35 % celotne dovedene energije, preostali odstotek energije pa predstavlja električna energija. Stavba letno potrebuje 44266 kWh električne energije, kar pomeni 44266 kW h/a dovedene energije oziroma z upoštevanjem kondicionirane površine stavbe enako $45 \text{ kW h/(m}^2\text{a)}$ potrebne dovedene energije. Primarna energija znaša 110665 kW h/a , izpust emisij CO_2 za električno energijo pa znaša 23461 kg/a .



Slika 7: Prikaz primarne energije in emisij CO_2 (mEI)

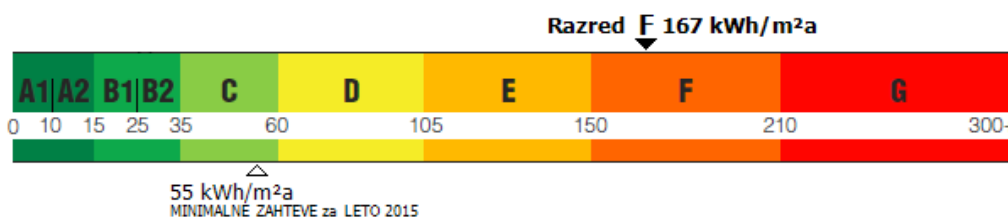
Stavba za svoje delovanje potrebuje 213210 kW h/a primarne energije oziroma 303 kW h/m²a energije, če vrednot pretvorimo na kondicionirano površino stavbe. S tem vrtec izpusti 57250 kg/a CO₂ emisij oziroma 58 kg/(m²a) CO₂ emisij, z upoštevanjem kondicionirane površine.



Slika 8: Prikaz rabe celotne energije v stavbi (mEI)

Iz rezultatov vidimo, da stavba ne proizvaja energije iz obnovljivih virov oziroma ne proizvede dodatne energije, katero bi lahko oddajal naprej v obtok.

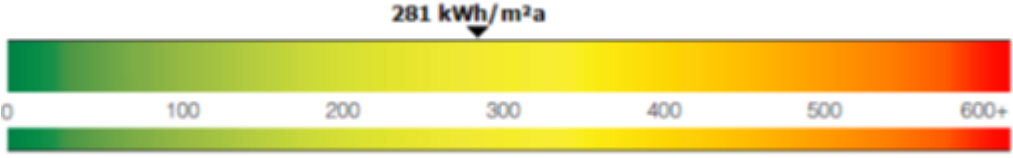
5.1.2 Računska EI



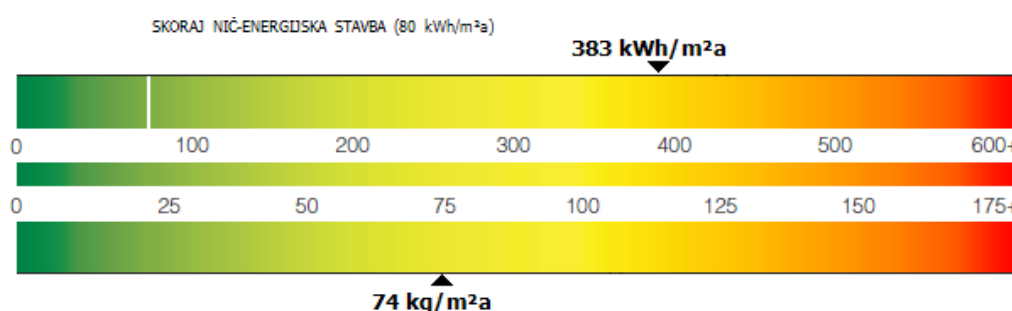
Slika 9: Prikaz potrebne toplote za ogrevanje (rEI KI Energija, pred snacijo)

Stavba za ogrevanje potrebuje 167 kW h/m²a toplote, s čimer ga na podlagi Pravilnika o metodologiji izdelave in izdaji EI stavb uvrščamo v razred F.

Preglednica 7: Dovedena energija za delovanje stavbe (rEI KI Energija, pred sanacijo)

Dovedena energija za delovanje stavbe	Celotna [kW h/a]	Pretvorjena na kondicionirano površino stavbe [kW h/(m ² a)]	Delež dovedene energije [%]
Gretje	222.411	227	81,15
Hlajenje	160	0	0,06
Prezračevanje	720	1	0,26
Ovlaževanje	0	0	0,00
Priprava tople vode	17.974	18	6,56
Razsvetljava	30.541	31	11,14
Električna energija	2.797	3	1,02
Skupaj: 			

Iz zgornje preglednice (preglednica 7) lahko razberemo, da največji delež dovedene energije predstavlja potrebna energija za gretje, in sicer 81,15 % celotne dovedene energije. Zemeljski plin se uporablja le za gretje, posledično lahko predpostavimo, da preostali delež energije stavba pridobi iz dovedene električne energije.

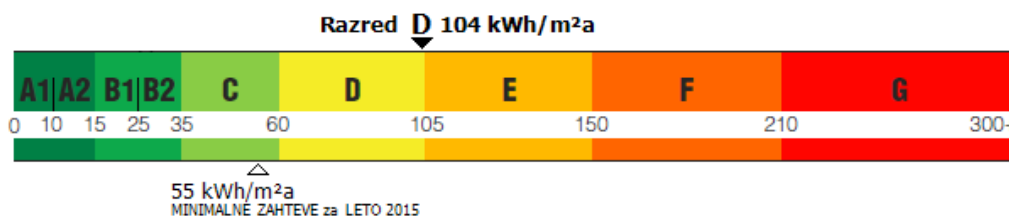


Slika 10: Prikaz potrebne primarne energije in izpustov emisij CO₂
(rEI KI Energija, pred sanacijo)

Primarna energija za delovanje stavbe je enaka 383 kW h/(m²a), sama stavba pa s svojim delovanjem proizvede 74 kg/(m²a) CO₂ emisij.

5.2 Po energetske sanaciji stavbe

5.2.1 Računska EI (program KI Energija)



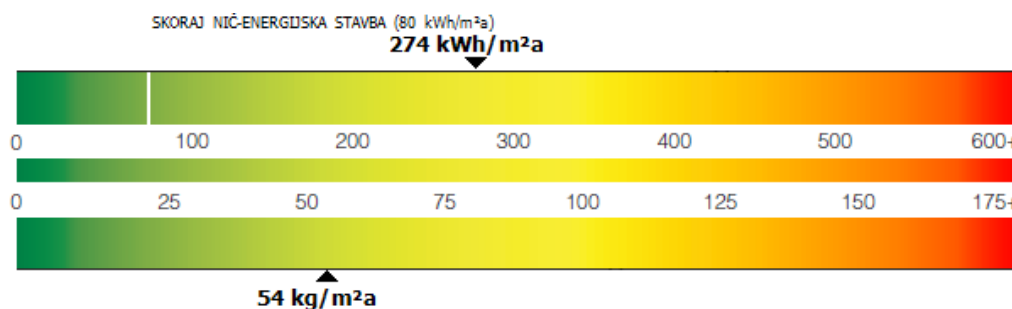
Slika 11: Prikaz potrebne toplote za ogrevanje (rEI KI Energija, po sanaciji)

Stavba za ogrevanje potrebuje 104 kW h/(m²a) toplote, s čimer ga na podlagi Pravilnika o metodologiji izdelave in izdaji EI uvrščamo v razred D.

Preglednica 8: Dovedena energija za delovanje stavbe (rEI KI Energija, po sanaciji)

Dovedena energija za delovanje stavbe	Celotna [kW h/a]	Pretvorjena na kondicionirano površino stavbe [kW h/(m²a)]	Delež dovedene energije [%]
Gretje	127.641	130	71,47
Hlajenje	267	0	0,15
Prezračevanje	720	1	0,40
Ovlaževanje	0	0	0,00
Priprava tople vode	17.974	18	10,06
Razsvetljava	30.541	31	17,10
Električna energija	1.442	1	0,81
Skupaj: <p>182 kWh/m²a</p>			

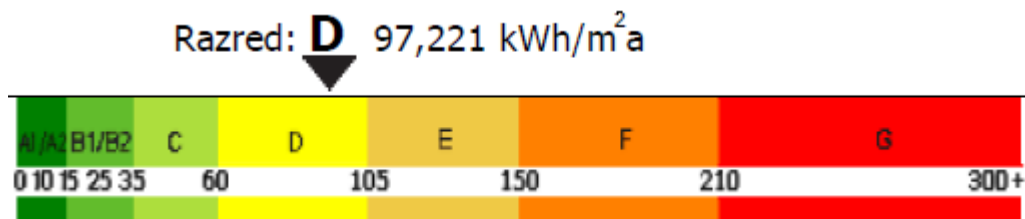
Iz zgornje preglednice (preglednica 8) lahko razberemo, da največji delež dovedene energije predstavlja potrebna energija za gretje, in sicer le ta znaša 71,47 %. Zemeljski plin se uporablja le za gretje, zato lahko sklepamo, da preostali delež energije stavba pridobi iz dovedene električne energije.



Slika 12: Prikaz potrebne primarne energije in izpustov emisij CO₂
(rEI KI Energija, po sanaciji)

Primarna energija za delovanje stavbe znaša 274 kW h/(m²a), sama stavba pa s svojim delovanjem proizvede 54 kg/(m²a) CO₂ emisij.

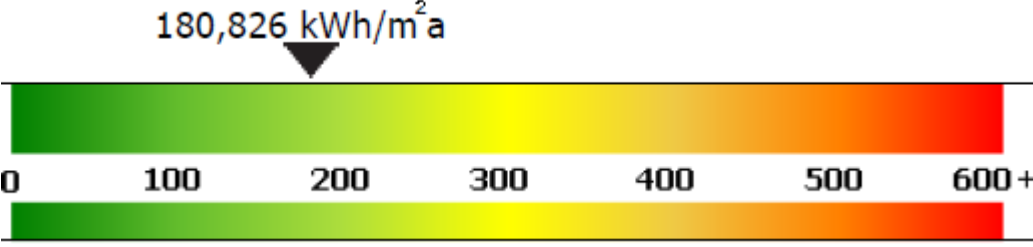
5.2.2 Računska EI (program Gradbena fizika URSA 4)



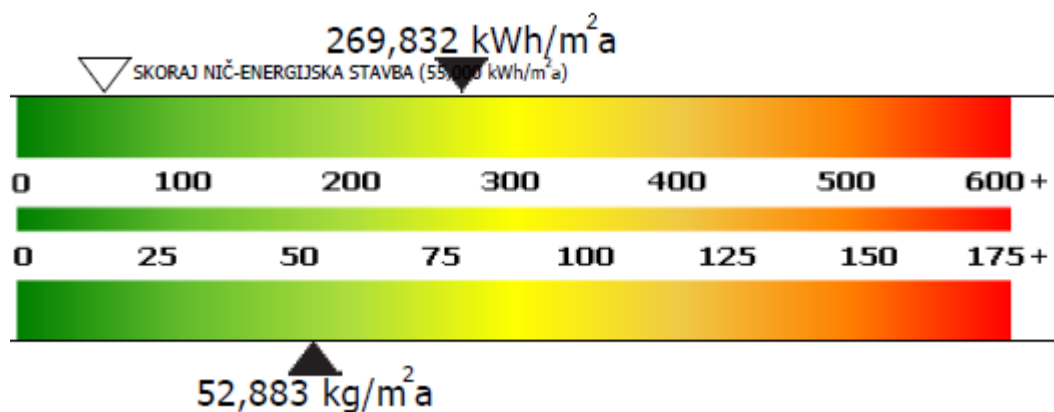
Slika 13: Prikaz potrebne toplote za ogrevanje (rEI URSA, po sanaciji)

Stavba za ogrevanje potrebuje 97,221 kW h/(m²a) toplote, s čimer ga na podlagi Pravilnika o metodologiji izdelave in izdaji EI uvrščamo v razred D.

Preglednica 9: Dovedena energija za delovanje stavbe (rEI URSA, po sanaciji)

Dovedena energija za delovanje stavbe	Celotna [kW h/a]	Pretvorjena na kondicionirano površino stavbe [kW h/(m ² a)]	Delež dovedene energije [%]
Gretje	127.415,73	130,17	71,98
Hlajenje	0,00	0,00	0,00
Prezračevanje	0,00	0,00	0,00
Ovlaževanje	0,00	0,00	0,00
Priprava tople vode	18.228,70	18,62	10,30
Razsvetljava	30.568,00	31,23	17,27
Električna energija	792,54	0,81	0,45
Skupaj:			
 <p>180,826 kWh/m²a</p>			

Iz zgornje preglednice (preglednica 9) lahko razberemo, da največji delež dovedene energije predstavlja potrebna energija za gretje, in sicer ta znaša 71,98 %. Zemeljski plin se uporablja le za gretje, zato lahko preostali delež porabe pripišemo električni energiji.

Slika 14: Prikaz potrebne primarne energije in izpustov emisij CO₂ (rEI URSA, po sanaciji)

Primarna energija za delovanje stavbe znaša 269,832 kW h/(m²a), sama stavba pa s svojim delovanjem proizvede 52,883 kg/(m²a) CO₂ emisij.

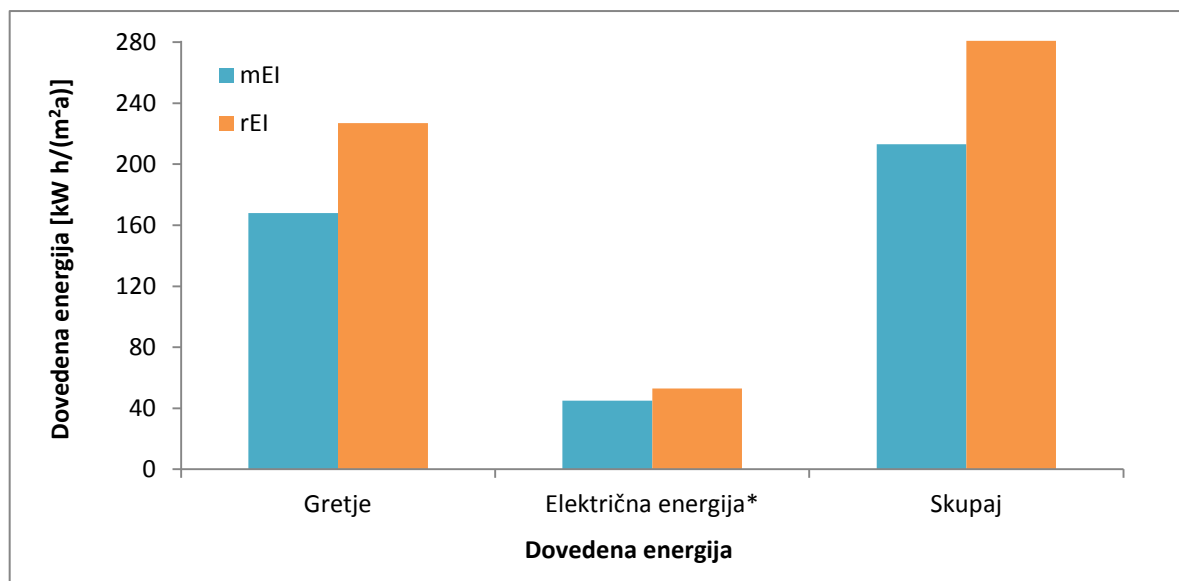
6 PRIMERJAVE ENERGETSKIH IZKAZNIC

6.1 Primerjave računske EI z merjeno EI pred sanacijo

Razlika med mEI in rEI je v tem, da prva poda energijske kazalnike na podlagi meritev porabe energije za obdobje zadnjih treh let, rEI pa poda energijske kazalnike na podlagi izračunov. S tem lahko predvidevamo, da bo do razlik v rezultatih prihajalo predvsem zaradi predpostavk upoštevanih pri računanju. Če bi hoteli, da energijski kazalniki rEI ne odstopajo bistveno od mEI, bi morali v računsko metodo rEI vnesti podatke, ki izražajo dejansko stanje porabe energije v stavbi. Le te bi lahko pridobili z energetskim pregledom stavbe oziroma z meritvami porabe energije.

Pri primerjavi mEI in rEI bom primerjal dobljene rezultate potrebne dovedene energije za delovanje stavbe. Izbrana stavba pridobiva energijo iz dveh različnih virov, in sicer iz zemeljskega plina in iz dovedene električne energije. Energijo pridobljeno iz zemeljskega plina stavba uporablja samo za ogrevanje prostorov, vso ostalo potrebno energijo za delovanje sistemov in naprav pa pridobiva iz električne energije. V spodnjem grafikonu 3 je pri rEI stolpec električna energija enak seštevku celotne dovedene energije za prezračevanje, pripravo tople vode, razsvetljavo in električna energija.

Grafikon 3:Primerjava računske in merjene energetske izkaznice



Iz grafikona 3 lahko razberemo, da mEI poda za 24,20 % manjšo celotno dovedeno energijo kot rEI. Razloge za to bom razložil v posameznih sklopih v nadaljevanju.

* seštevek celotne dovedene energije za prezračevanje, pripravo tople vode, razsvetljavo in električna energija pri rEI

6.1.1 Razlika v dovedeni energije za gretje

Pri izračunih dovedene energije za gretje vidimo, da nam mEI ($168 \text{ kW h}/(\text{m}^2\text{a})$) poda za 26 % manjšo vrednost kot rEI ($227 \text{ kW h}/(\text{m}^2\text{a})$). Razloge za odstopanja lahko poiščemo v računski metodi in predpostavkah, pri tem pa je potrebno upoštevati vpliv posameznika na rabo energije. Ti razlogi bodo podrobneje opisani v nadaljevanju. Najprej pa je potrebno pregledati, kateri so glavni vhodni podatki za izračun potrebne toplote za ogravanje, na podlagi katerih bi posledično lahko sklepali tudi o potrebni dovedeni energiji za gretje. Vhodni podatki so [12]:

- »transmisijske in ventilacijske lastnosti,
- toplotni dobitki notranjih virov, lastnosti glede sončnega sevanja,
- meteorološki podatki,
- opis stavbe in sistemov, koriščenje (uporaba),
- zahteva za toplotno ugodje (temperature, izmenjava zraka),
- podatki o sistemih za ogrevanje, hlajenje, prezračevanje, razsvetljavo, priprava tople vode,
- podatki o conah,
- izgube energije, vrnjene in nevrnjene izgube,
- pretok zraka, temperatura zraka,
- regulacija.«

Na podlagi zgornjih podanih podatkov in lastnih ugotovitev, bom podal ključne dejavnike, ki lahko vplivajo na odstopanje vrednosti, to so:

- Pri razliki transmisijskih toplotnih izgub lahko prihaja do odstopanj zaradi predpostavk pri izračunu, in sicer zaradi napak oziroma sprememb pri sami gradnji ali zaradi različnih lastnosti predpostavljenega materiala v programu od dejanskih lastnosti. V našem primeru lahko prihaja do odstopanja zaradi predpostavke konstrukcijskega sklopa strehe in tal za prvotni del stavbe, od katerega se lahko dejansko stanje razlikuje. Da do takih problemov ne bi več prihajalo je potreben kakovostni popis izvedenih del, iz katerega lahko razberemo dejansko sestavo konstrukcijskega sklopa.
- Pri toplotnih dobitkih notranjih virov lahko prihaja do razlik zaradi predpostavke, od katere je dejansko stanje lahko drugačno. Na vrednost vpliva število ljudi, vrste naprav, procesov, materialnih tokov in razsvetljave v stavbi. Sam sem toplotne vire izračunal po poenostavljenem načinu za stanovanja, sklepam pa, da so notranji viri v vrtcih nekoliko večji. Za lastnosti glede sončnega sevanja pa lahko kot glavni razlog

za odstopanje navedemo pridobitev sončne energije skozi prozorne površine, na katero močno vpliva spuščena senčil. Ta so na obravnavani stavbi večino časa spuščena. V primeru da pri rEI predpostavimo, da so senčila spuščena samo poleti, nam program izračuna 206 kW h/(m²a) dovedene energije za gretja. Ta vrednost pa je za 9,25 % nižja kot pri izračunani dovedeni energiji pri spuščeni senčilih ves čas. Vrednosti izračuna spuščeni senčil le poleti je potrebno analizirati. Pri tem pridemo do ugotovitev, da senčila ne morejo biti spuščena le poleti. Razlog za to je v tem, da morajo senčila biti v času počitka spuščena, zaradi lažjega počitka otrok v vrtcu. Pozornost moramo nameniti tudi predpostavki, da so senčila spuščena ves čas, to pa povsem ne drži, saj so le ta občasno dvignjena, kar posledično vpliva na večji dotok sončne energije in manjšo potrebo po dovedeni energiji za ogrevanje.

- Pri meteoroloških podatkih lahko primerjamo povprečno mesečno oziroma letno temperaturo, ki se je upoštevala za izračun rEI, z dejansko v obdobju porabe energentov pri mEI. V našem primeru to pomeni za obdobje zadnjih treh let. Te podatke sem pridobil iz meteorološke postaje na letališču Brnik in pri tem ugotovil, da je povprečna temperatura za obdobje od 2012 do 2014 merila 10,34°C (preglednica 10) [22]. Če to temperaturo primerjamo s projektno temperaturo ugotovimo, da je slednja za 9,77 % nižja od povprečne temperature obdobja zadnjih treh let. Posledično lahko sklepamo, da je v obdobju od leta 2012 do leta 2014 bil manjši tudi temperaturni primanjkljaj. Dodatno pa je potrebno primerjati še pridobljene energije iz sončnega obsevanja med projektno vrednostjo in dejanskim stanjem za obdobje zadnjih treh let.

Preglednica 10: Povprečna mesečna in letna temperatura za leto 2012, 2013, 2014 in projektna temperatura [22]

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	Letna temperatura
2012	-0,40	-3,40	7,40	9,80	14,60	19,60	21,00	21,30	15,40	9,80	7,20	-1,00	10,11
2013	0,10	-0,80	2,10	10,60	13,30	18,40	21,60	20,70	14,60	11,60	5,90	0,90	9,92
2014	4,00	2,70	7,10	11,30	14,10	18,30	19,50	18,40	14,90	11,90	7,90	1,70	10,98
Povprečna T (2012-2014) [°C]	1,23	-0,50	5,53	10,57	14,00	18,77	20,70	20,13	14,97	11,10	7,00	0,53	10,34
Projektna T (rEI)	-1,00	1,00	5,00	9,00	14,00	17,00	19,00	19,00	15,00	10,00	4,00	0,00	9,33

- Pri opisu stavbe lahko do odstopanje prihaja tudi zaradi predpostavke, da se ogrevajo vsi prostori, čeprav se dejansko lahko ogreva samo 80 % vseh prostorov ali več.

- Ostale vplive pa lahko poiščemo pri posamezniku, ki s svojim obnašanjem vpliva na rabo energije. Pri tem je najbolj odvisno, kako posameznik varčno oziroma nevarčno porablja energijo. Tukaj pridemo do možnih ugotovitev, da se lahko v primerjavi z računskimi predpostavkami prostori ogrevajo na nižjo temperaturo, čas ogrevanja prostorov je krajši, prostori se redkeje prezračujejo, posledično prihaja do manjših toplotnih izgub.

6.1.2 Razlika v dovedeni električni energiji

Pri primerjavi porabe električne energije rEI (53 kW h/m²) z mEI (45 kW h/(m²a)) lahko ugotovimo, da je poraba električne energije pri mEI za 15,09 % nižja kot pri rEI . Glavni razlog za tako odstopanje je tako kot pri gretju tudi pri električni energiji v računski metodi in predpostavkah pri izračunu, na katere med drugim vpliva tudi posameznik z načinom rabe energije. Problem pri računski metodi nastopi zato, ker nimamo natančnih podatkov porabe tople vode in časa uporabe razsvetljave po posameznih prostorih. Posledično sem zaradi tega razloga moral predpostaviti projektne oziroma računske vrednosti za izbrani tip stavbe. S tem lahko prihaja do odstopanj pri količini porabe tople vode in razsvetljave. Najprej je potrebno preučiti razlike za odstopanja za največjega porabnika električne energije, to je pri računski metodi, energija namenjena za razsvetljavo. Na tem mestu sem predpostavil, da je čas uporabe razsvetljave enak izobraževalnim ustanovam. Če ta čas pretvorimo na dnevno uporabo celotne razsvetljave, lahko ugotovimo, da ta predstavlja uporabo razsvetljave osem ur dnevno, kar je enako izbrani predpostavki za čas ogrevanja prostorov. Preučiti moramo razloge za odstopanje časa uporabe razsvetljave, pri tem moramo analizirati čas uporabe prostorov in potrebo po razsvetljavi. Za rabo prostorov moramo upoštevati, da otroci v vrtcih veliko časa, odvisno od vremenskih pogojev, preživijo zunaj, torej takrat v prostorih ni potrebe po razsvetljavi. Prav tako je v programu vrtca minimalno ena ura dnevno namenjena počitku, takrat je uporaba razsvetljave v stavbi minimalna. Med drugim je potrebno pozornost nameniti še prostorom kot so sanitarije, shrambe, umivalnice, garderobe, igralnica za razgibavanje in njim podobnim, saj je v teh prostorih čas uporabe razsvetljave krajši. Preučiti pa je potrebno tudi ostale prostore (npr. igralnice), kjer celotna razsvetljava ni ves čas v uporabi, ampak se prilagaja glede na potrebe in količino sončne svetlobe. Posledično je lahko v posameznem prostoru v času delovanja, v uporabi na primer le 10 % celotne razsvetljave. Zaradi omenjenega razloga sem preveril, kakšna so odstopanja pri rEI , ob predpostavki, da zmanjšamo čas uporabe razsvetljave za eno uro dnevno. Pri tem program poda vrednost 28 kW h/m² potrebne dovedene energije za razsvetljavo oziroma za 9,77 % manjšo potrebo po energiji za razsvetljavo. Pri mEI je prav tako potrebno upoštevati, da je v rezultatu dovedene energije v izračun vključena vsa električna energija, ki jo naprave v stavbi

porabijo. To so poleg energije namenjene za delovanje sistemov in naprav v stavbi tudi energija namenjena aparatom v kuhinji, računalniška oprema, elektronika in ostale podobne naprave. Pri izračunu rEI pa je upoštevana le energija namenjena napravam in sistemom, ki so potrebni za delovanje stavbe.

6.2 Primerjava računske EI izdelane v programu KI Energija in URSA po sanaciji

Najprej je potrebno omeniti da lahko prihaja do znatnih odstopanj pri izračunih energijskih kazalnikov energetske izkaznice pri izdelavi rEI z različnimi programi. Zaradi tega razloga je bila iz strani ministrstva izvedena študija »Primerjalne analize delovne programske opreme za izračunavanje energijskih lastnosti stavbe PURES 2010 in TSG - 1 - 004 učinkovita raba energije« [4]. Ker med programi prihaja do znatnih rezultatnih odstopanj, me je zanimalo, do kakšnih odstopanj bo prišlo pri izbrani stavbi. Za to analizo sem se odločil izdelati rEI v dveh različnih programih, in sicer v KI Energija 2014 in URSA Gradbena fizika 4.0.

Preden se osredotočim na primerjavo rEI izdelane s pomočjo programov KI Energija in URSA Gradbena fizika je potrebno obrazložiti razloge, kateri bi lahko vplivali na odstopanja izračunanih rezultatov. Kot razlog za odstopanje lahko navedemo razliko pri načinu vnosa podatkov v sam program. V nadaljevanju bom podal nekaj primerjav. Če najprej primerjamo razliko pri vnosu podatkov za cono, ugotovimo, da se programa med seboj razlikujeta pri različnem načinu vnosa ogrevanja v primeru ogrevanja s prekinitvami. Program KI Energija izračuna povprečno dnevno temperaturo iz vnesenih podatkov dnevnega in nočnega časa ogrevanja, program URSA Gradbena fizika pa nam omogoča, da sami določimo povprečno število ur normalnega ogrevanja in načina znižanja temperature ob koncu tedna ter vpišemo temperaturo ogrevanja. Programa se med seboj razlikujeta tudi pri sestavi konstrukcijskih sklopov, in sicer z različno veliko podatkovno bazo in z nekaterimi različnimi tipi materialov, saj med drugim vsak ponuja različne komercialne tipe ozirajoče na svojo proizvodno linijo. Posledično lahko dobimo različne izračune toplotne prehodnosti konstrukcije. Naslednja razlika je v določitvi spuščенosti senčil, kjer lahko s programom KI Energija izberemo med dvema možnostma, in sicer stalno spuščena senčila ali spuščena samo poleti. Program URSA Gradbena fizika pa pri prozornih konstrukcijah ne omogoča izbire določitve obdobja spuščенih senčil. Nam pa program URSA omogoča določiti površinsko lego strehe glede na smeri neba, kar v programu KI Energija ni mogoče. Imamo še ostale različne načine vnosov podatkov, tako na primer pri vnosu podatkov o napravah in sistemov, ki se nahajajo v stavbi, kot pri vnosu podatkov za cono. Zaradi omejenosti diplomske naloge pa sem naštel le bistvene.

Pri primerjavi EI z predpostavkami in vnosi podatkov opisanih pod poglavjem Potek izdelave EI, ugotovimo, da program KI Energija poda za 6,97 % večjo potrebno toploto za ogrevanje kot program URSA Gradbena fizika. Razloge za odstopanje lahko poiščemo v zgornjih predpostavkah o različnem načinu vnosa podatkov v program in že v dosedanjih ugotovitvah v Diplomski nalogi Primerjava delovanja programskih orodij za izračun porabe energije v stavbah, da izračuni letne potrebne toplote lahko med različnimi programi odstopajo tudi za 46 % glede na različne karakteristike stavb [29].

Pri primerjavi rezultatov potrebne dovedene energije za delovanje stavbe ugotovimo, da ne prihaja do bistvenih odstopanj med posameznima programoma. Omenimo lahko, da program URSA Gradbena fizika ni podala rezultatov za potrebno dovedeno energijo za hlajenje in prezračevanje, ker smo vnos teh podatkov zanemarili. Razlog je v tem, da je ta sistem zelo malo v uporabi, sam program pa nam ne omogoča tako natančnih vnosov kot KI Energija. Do minimalnega odstopanja prihaja tudi pri rezultatu dovedene energije potrebne za pripravo tople vode. Do razlike prihaja zato, ker nam program KI Energija omogoča vnos dejanskega števila dni porabe vode, s tem pa izračuna energijo za pripravo tople vode samo za dejanske dni porabe. Program URSA Gradbena fizika pa sam predpostavi število dni porabe.

6.3 Primerjava računske EI pred in po sanaciji

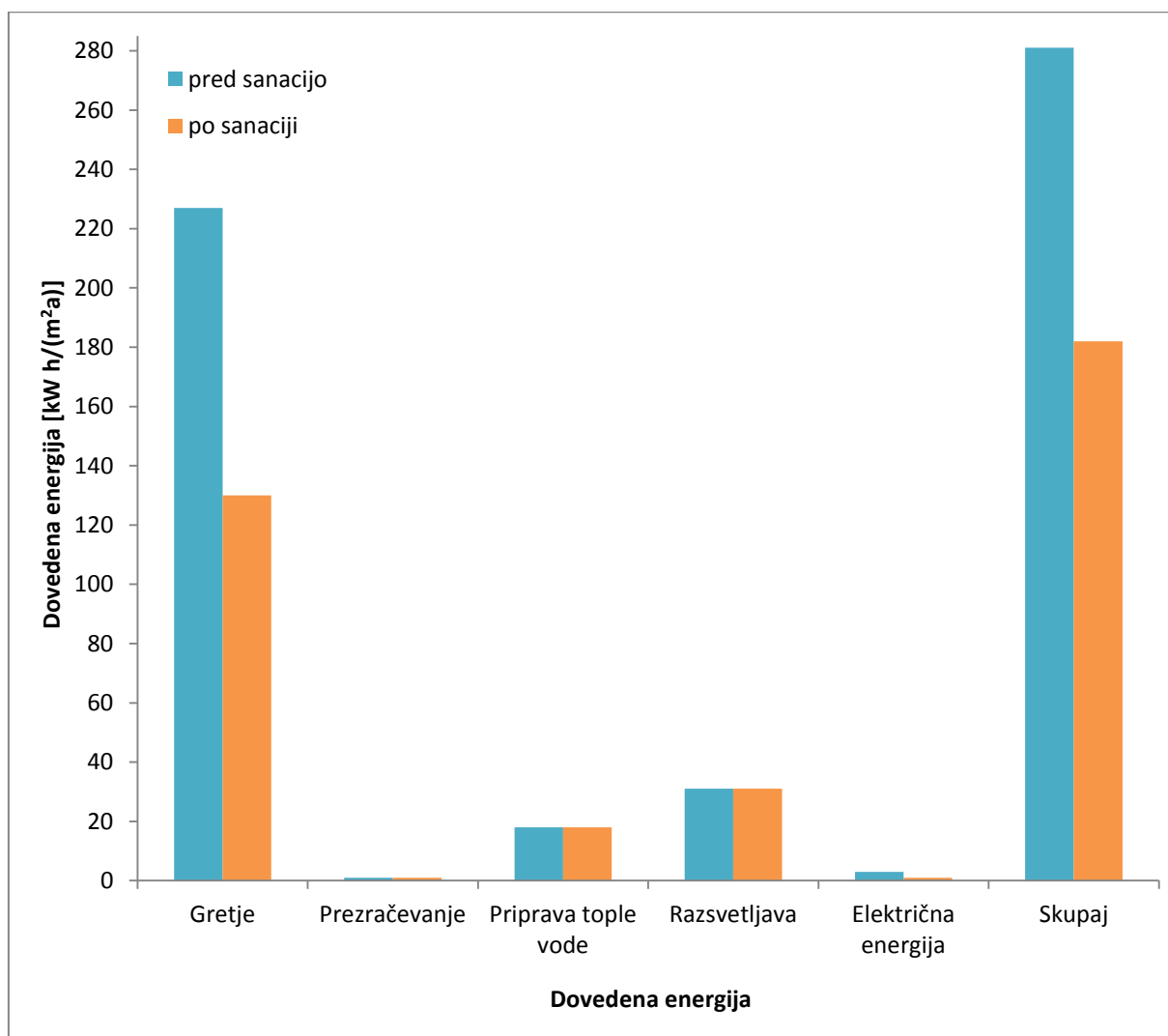
Na podlagi primerjave rEI pred in po sanaciji stavbe bomo ugotovili uspešnost energetske sanacije, ki je bila izvedena na stavbi leta 2014. Zaradi same sanacije, ki je vključevala menjavo oken, povečanje toplotne izolacije na zunanjem zidu in strehi, ter menjavo grelnika in namestitvev termostатов, lahko sklepam, da se bo zmanjšala predvsem potrebna toplotna energija za ogrevanje in dovedena energija za gretje.

Kot smo sklepali, se je potrebna toplota za ogrevanje znižala za 37,72 %, s tem pa je izbrana stavba prešla iz razreda F v razred D. V preglednici 11 (stran 33) je prikazana analiza doprinosa posamezne sanacije k znižanju potrebne toplote za ogrevanje.

Preglednica 11: Analiza učinka energetske sanacije po segmentih na potrebno toploto za ogrevanje

Tip sanacije	Potrebna toplota za ogrevanje [kW h/(m ² a)]		Vpliv sanacije na znižanje Q _{NH} [%]
	Primarna vrednost	Nova vrednost	
Streha	167	151	9,58
Zunanji zid	167	144	13,77
Menjava oken	167	146	12,57
Ostalo	167	164	1,80
Skupaj	167	104	37,72

Grafikon 4: Primerjava potrebne dovedene energije pred in po energetske sanaciji



Iz grafikona 4 (stran 33) lahko razberemo, da sanacijski ukrepi največ doprinesejo k zmanjšanju potrebne dovedene energije za gretje, in sicer se je ta zmanjšal za 42,73 %. Znižala se je tudi potrebna dovedena električna energija. Ostalih sprememb po sanaciji stavbe ni. Prav tako lahko iz grafikona 4 razberemo, da se je skupna sprememba dovedene energije znižala za 35,23 %. V nadaljevanju bom natančneje prikazal analizo podatkov, ki prikazujejo vpliv posamezne sanacije na potrebno količino dovedene energije za gretje. Za to analizo sem se odločil, ker sanacija najbolj vpliva na znižanje potrebne energije za gretje. Rezultati analize so prikazani v spodnji preglednici (preglednica 12).

Preglednica 12: Analiza učinka energetske sanacije po segmentih na potrebno dovedeno energijo za gretje

Tip sanacije	Dovedena energija za gretje [kW h/(m ² a)]		Vpliv sanacije na znižanje $Q_{f,h}$ [%]
	Primarna vrednost	Nova vrednost	
Streha	227	205	9,69
Zunanji zid	227	196	13,66
Menjava oken	227	199	12,33
Ostalo	227	209	7,93
Skupaj	227	130	42,73

Na podlagi zgoraj navedenih podatkov in analiz lahko zaključimo, da je na nižjo porabo energije najbolj vplivala sanacija zunanjega zidu, nato sledi menjava oken, strehe in na koncu ostali posegi pri prenovi stavbe.

7 UKREPI ZA ENERGETSKO UČINKOVITOST STAVBE

Tako kot je omenjeno že v Uvodu, je z Direktivo o energetske učinkovitosti stavb določeno, da morajo vse novozgrajene javne stavbe od leta 2019 dalje biti grajene kot skoraj nič-energijske. Po definiciji so to stavbe »z zelo visoko energetske učinkovitostjo oziroma zelo majhno količino potrebne energije za delovanje, pri čemer je potrebna energija v veliki meri proizvedena iz obnovljivih virov na kraju samem ali v bližini.« [6] Pri že obstoječih stavbah pa se strmi k zmanjšanju rabe energije, zmanjšanju izpustov emisij in pridobivanju energije iz obnovljivih virov energije. Med drugim je energetska sanacija zanimiva tudi za lastnike stavb, saj z njo posledično zmanjšajo obratovalne stroške stavbe.

Obvezni del EI je priporočilo za stroškovno učinkovito izboljšavo, s katero lastnik pridobijo informacije o možnih ukrepih za zmanjšanje porabe energije. V tem poglavju bom zato podal nekaj možnih ukrepov, s katerimi lahko obravnavana stavba postane energetske varčnejša.

7.1 Optimiranje senčil na oknih

Ukrep predstavlja preprost način sanacije, kjer ne bi prišlo do dodatnih investicijskih stroškov. Potrebno bi bilo le ozavestiti zaposlene, da lahko s pravilno uporabo senčil privarčujejo pomemben delež energije. Rešitev je v bolj optimalni uporabi senčil, s čimer bi posledično zmanjšali porabo energije pri gretju in razsvetljavi. Ker so senčila večino časa spuščena, je potrebna energije za gretje in razsvetljavo večja. Razlog za to je, ker je s spuščeni senčili v hladnejših dneh onemogočen večji dovod sončne energije v prostore stavbe, posledično je potreba po ogrevanju večja. Poleg preprečevanja dovoda sončne energije, preprečujemo tudi dovod sončne svetlobe, s tem pa je potrebna energija za razsvetljavo večja kot bi bila sicer. Zavedati se moramo, da lahko skozi prozorne površine sprejmemo veliko sončne energije in svetlobe. V nočnem času pa lahko izgubljamo toploto iz prostorov, saj iz zunanje okolice ne pridobivamo energije, še posebno v hladnejših dneh. Iz omenjenega razloga je potrebno senčila uporabljati smiselno, in sicer v hladnejših dneh v dnevnem času senčila dvignemo, ponoči pa spustimo. S spuščanjem senčil poleti pa preprečujemo dodatno segrevanje prostorov zaradi sončne energije, s čimer lahko privarčujemo potrebno energijo za hlajenje, v kolikor bi le ta bila nameščena in v uporabi.

Kot sem že omenil v poglavju Primerjava računske EI izdelane v programu KI Energija In URSA Gradbena fizika nam program KI Energija omogoča izbiro časovnega obdobja spuščeni senčil, in sicer stalno ali poleti. V izračunu programa sanacija vpliva le na količino dovedene energije za gretje, ne pa na količino dovedene energije za razsvetljavo. Razlog je

v tem, da program pri potrebni energiji za razsvetljavo upošteva le čas uporabe razsvetljave, katero je potrebno vnesti ročno. Te podatke bi natančno dobili z merjenjem dejanske potrebe po razsvetljavi v prostorih. V spodaj priloženi preglednici (preglednica 13) je podrobneje prikazana razlika v izračunu potrebne toplote za ogrevanje in dovedene energije med stalno spuščeni senčili in senčili spuščeni le poleti.

Preglednica 13: Primerjava potrebne toplote in dovedene energije v odvisnosti od obdobja senčenja s senčili

	Obdobje spuščeni senčil		Vpliv sanacije na znižanje [%]
	Stalno	Poleti	
Potrebna toplota za ogrevanje [kW h/(m ² a)]	104	87	19,23
Dovedena energija za gretje [kW h/(m ² a)]	130	109	16,15
Skupna dovedena energija [kW h/(m ² a)]	185	163	11,89

Rezultate izračunane iz podatkov, da so senčila stalno spuščena, ne moremo v celoti upoštevati. Razlogi za to sem navedel že v predhodnem poglavju Primerjava računske EI z merjeno EI.

7.2 Dodatna toplotna zaščita strehe

Skozi streho se izgubi približno 15 % celotne toplotne energije, zato bi bilo smiselno preučiti sanacijo tega dela konstrukcije. Čeprav je bila leta 2014 že saniran del strehe prizidka s toplotno izolacijo debeline 10 cm, bi bilo to toplotno izolacijo smiselno še dodatno povečati, med drugim pa sanirali tudi streho prvotnega dela. Debelina dodatne toplotne izolacije je seveda odvisna od izbire materiala. Sam bi predlagal stekleno volno, s toplotno prevodnostjo 0,035 W/(mK), s katero bi bilo smiselno sanirati streho prizidka s plastjo debeline 10 cm in streho prvotnega dela s plastjo debeline 20 cm. Z omenjenim sanacijskim ukrepom bi privarčevali pri potrebi po toploti za ogrevanje in dovedeni energiji za gretje. Učinek energetske sanacije je prikazana v preglednici 14 (stran 37).

Preglednica 14: Primerjava privarčevane dovedene energije z sanacijo strehe

	Primarna vrednost	Nova vrednost	Vpliv sanacije na znižanje [%]
Potrebna toplota za ogrevanje [kW h/(m ² a)]	104	86	17,31
Dovedena energija za gretje [kW h/(m ² a)]	130	106	18,46
Skupna dovedena energija [kW h/(m ² a)]	185	161	12,97

Iz zgoraj priložene preglednice (preglednica 14) lahko razberemo, da je sanacija takega tipa smiselna, saj bi sanacija bistveno doprinesla k nižji porabi energije.

7.3 Mehansko prezračevanje z vračanjem toplote

Smiselno bi bilo uvesti tudi mehansko prezračevanje z vračanjem toplote. To bi dosegli z vgradnjo rekuperatorja toplote, katerega glavna naloga je, da v zimskem času hladen zunanji zrak ogreva z toplim odpadnim zrakom, poleti pa z odpadnim hladnim notranjim zrakom ohlajajo pritok toplega zunanjega zraka. Glavni problem pri načrtovanju tega sistema je vgradnja povezovalnih kanalov, skozi katere poteka dovod zraka. Za izbrano stavbo bi zaradi zadostne višine prostorov lahko kanale vgradili pod stropom [30]. Izkoristek mehanskega prezračevanja z vračanjem toplote je približno med 80 % in 90 %. Pri tem pa porabijo zelo malo energije [31]. V preglednici 15 je prikaz privarčevane energije v primeru namestitve rekuperatorja za mehansko prezračevanje z vračanjem toplote, in sicer z izkoristkom 80 %. Poudariti pa je potrebno, da je pri vpeljavi tega sistema potrebno posebno pozornost nameniti vgradnji in vzdrževanju prezračevalnega sistema, da so le ti sanitarno-tehnični in higiensko ustrezni [32].

Preglednica 15: Primerjava privarčevane dovedene energije z uvedbo mehanskega prezračevanja z vračanjem toplote z izkoristkom 80 %

	Primarna vrednost	Nova vrednost	Vpliv sanacije na znižanje [%]
Potrebna toplota za ogrevanje [kW h/(m ² a)]	104	70	32,69
Dovedena energija za gretje [kW h/(m ² a)]	130	86	33,85
Skupna dovedena energija [kW h/(m ² a)]	185	140	24,32

7.4 Ukrepi na razsvetljavi

Na podlagi analize rEI sem ugotovili, da je največji porabnik dovedene električne energije razsvetljava. Porabo električne energije za razsvetljavo lahko zmanjšamo z različnimi ukrepi v stavbi, in sicer z organizacijskimi, ki so natančneje opisani v nadaljevanju, v podpoglavju Organizacijski ukrepi, in z fizični posegi v sami stavbi.

V stavbi se nahajata dva tipa različnih svetil, in sicer 58 W fluorescenčne sijalke in 42 W halogenske žarnice. Prekomerno porabo električne energije za razsvetljavo bi najpreprosteje dosegli tako, da bi sedanje sijalke zamenjali z bolj varčnimi, in sicer bi lahko 58 W fluorescenčne sijalke zamenjali z LED T8 cevmi, moči 24 W [33]. Z omenjeno zamenjavo sijalk ne bi le zmanjšali porabe energije, ampak bi sedanjo razsvetljavo zamenjali z bolj kakovostno. Če primerjamo LED cevi z fluorescenčnih sijalkami ugotovimo, da imajo slednji boljše lastnosti, kot so na primer: LED cevi ne vsebujejo živega srebra, imajo možnost zatemnjevanja, dajejo bolj direktno svetlobo na izbrana mesta osvetlitve, na življenjsko dobo LED cevi ne vpliva število vklopov in izklopov, prav tako LED cevi nimajo težav z utripanjem, imajo daljšo življenjsko dobo ter so narejene iz plastike in aluminija, kar posledično pomeni nezdroljivost ob poškodbah [34].

Halogenske sijalke pa bi lahko nadomestili z 11 W kompaktnim fluorescenčnim žarnicami oziroma z bolj prepoznavnim komercialnim imenom varčne žarnice [35]. Pri tem je potrebno omeniti, da varčne žarnice ni smiselno namestiti v prostore kot so stranišča, prehodi, shrambe in v prostore, kjer se luči pogosto vklaplajo in izklaplajo, saj je s tem življenjska doba žarnic krajša [36]. Prav tako je potrebno upoštevati, da varčne žarnice ne svetijo takoj v polnem sijaju, ampak potrebujejo nekaj časa, da se segrejejo do nazivnega svetlobnega toka, torej jih je smiselno namestiti tam, kjer je čas prižganih luči daljši [37]. V priloženi preglednici 16 (stran 39) lahko natančneje vidimo privarčevano energijo za razsvetljavo, v primeru da bi sprejeli omenjeni ukrep.

Preglednica 16: Primerjava privarčevane dovedene energije pri ukrepu menjave svetil

Zamenjava	Dovedena energija za razsvetljavo		Privarčevane dovedene energije za razsvetljavo [%]
	Pred zamenjavo [kW h/(m ² a)]	Po zamenjavi [kW h/(m ² a)]	
Fluorescenčnih sijalk z LED cevmi	31	27	12,90
Halogenske žarnice z kompaktnimi fluorescenčnimi žarnicami	31	19	38,71
Kombinacija obeh	31	12	61,29

Na podlagi rezultatov prikazanih v zgornji preglednici (preglednica 16) vidimo, da bi z danim ukrepom privarčevali velik delež porabe električne energije. Poleg omenjenega ukrepa bi predlagal še poseg, ki je nekoliko dražji, in sicer zamenjavo varčnih in halogenskih žarnic z lučmi z LED cevmi, na mestih, kjer je to mogoče. Ukrep je koristen zato, ker imajo LED cevi, čeprav so nekoliko energetsko potratnejše boljše specifikacije od varčnih žarnic [38].

Predlagal bi tudi vgraditev senzorjev gibanja, in sicer v prostorih, kjer se ljudje zadržujejo manj časa oziroma kjer se luči pogosto vklopljajo in izklopljajo. Sklepamo lahko, da se v prostorih, kot so na primer otroške sanitarije, luči pogosto pozabi ugasniti. S senzorji gibanja pa bi sistem sam poskrbel za čim bolj varčno porabo električne energije za razsvetljavo. Poleg tega bi bilo smiselno uvesti še razdelitev razsvetljave v igralnicah in v njim podobnim prostorom na posamezne sklope luči, in sicer tako da bi bil posamezni sklop povezan z lastnim stikalom. Tako bi lahko vklopili ali izklopili samo del razsvetljave v prostoru odvisno od potreb.

7.5 Organizacijski ukrepi

S posameznimi organizacijskimi ukrepi bi lahko poskrbeli, da bi se poraba energentov v sami stavbi zmanjšala. Ukrepi, s katerimi bi zmanjšali porabo, so ozaveščanje zaposlenih in otrok o varčni rabi energije ter planiranje zasedenosti prostorov. Z ozaveščanjem zaposlenih in otrok bi lahko poskrbeli za bolj varčno uporabo tople vode, optimalno uporabo senčil, ugašanje luči in izklop ogreval, ko so prostori nezasedeni. Ozavestili bi jih lahko tudi o načinu prezračevanja, da ne pride do nepotrebne izgube toplote v zimskem obdobju. Omenil sem

tudi ukrep planiranja zasedenosti prostorov, s katerim bi lahko zmanjšali porabo energije, in sicer z optimalno uporabo prostorov. To bi poskrbeli tako, da je v času, ko je v vrtcu manj otrok v uporabi manj igralnic, katere so polno zasedene. Ker pa nimam podatkov trenutne situacije, ne morem oceniti, koliko bi izbrana stavba privarčevala z upoštevanjem omenjenih ukrepov. Potrebo po ukrepih bi lahko ugotovili z energetskim pregledom stavbe oziroma meritvami porabe energije.

7.6 Ostali možni ukrepi

Da bi izbrano stavbo napravili skoraj nič-energijsko bi bilo potrebno izvesti vse zgoraj naštetе ukrepe in pomisliti tudi o možnosti pridobivanja energije iz obnovljivih virov. Razlog za to je v tem, da so po definiciji skoraj nič-energijske stavbe ne samo stavbe z majhno količino potrebne energije za delovanje, ampak morajo med drugim proizvesti energijo iz obnovljivih virov na kraju samem oziroma v njihovi bližini. Za izbrano stavbo bi bilo potrebno preučiti možnosti pridobivanja energije iz obnovljivih virov. Pri tem lahko preučimo možnost namestitve sončnih celic za ogrevanje vode, vendar je potrebno poudariti, da bi s tem imeli potrebo po daljšem razvodu tople vode, posledično bi imeli večje izgube in večjo potrebo po dovedeni energiji za pripravo tople vode. Pri izračunu v programu KI Energija, s predpostavljenimi vrednostmi, ki jih program sam določi za potrebno dolžino cevovoda v stavbi, nam izračun pokaže, da bi pri tem potrebovali približno 53 % več dovedene energije za pripravo tople vode. Ker je faktor zelo velik, bi bilo potrebno preučiti smotrnosti uvedbe takega načina ogrevanja vode. Sam bi predlagal kot najboljšo rešitev pridobivanje električne energije iz obnovljivih virov, in sicer bi bilo potrebno preučiti smotrnost uvedbe fotonapetostnega sistema. Razmislili bi lahko tudi o uvedbi pridobivanja energije za ogrevanje stavbe iz obnovljivih virov. Pri tem bi kot najboljšo možnost predlagal uvedbo toplotne črpalke. Zaradi različnih tipov toplotnih črpalk, pa bi bilo potrebno preučiti, kateri način toplotne črpalke je za izbrano lokacijo stavbe najbolj primeren in smiseln za investicijo.

8 ZAKLJUČEK

Pri sami izdelavi energetskih izkaznic za izbrano stavbo nisem imel večjih problemov. Težavo sem imel le pri pomanjkljivosti nekaterih podatkov oziroma vrednosti, za katere pa sem predpostavili predpostavke. Pomanjkljivost podatkov je najbolj vplivala na primerjavo rezultatov med računsko energetsko izkaznico z merjeno. Bolj natančne podatke bi lahko pridobili z natančnim poznavanjem stavbe oziroma natančno in popolno projektno dokumentacijo ter z energetskim pregledom stavbe in merjenjem porabe energije.

Pri primerjavi med rEI in mEI sem prišel do ugotovitev, da na odstopanja rezultatov najbolj vpliva odnos posameznika do porabe energije. Tu je potrebno upoštevati, kako posameznik varčuje z energijo. V odvisnosti s tem je lahko poraba energije v stavbi večja oziroma manjša. Zaradi tega razloga se mEI izdaja samo za nestanovanjske stavbe, ker se v primeru menjave lastnika, če ostane namembnost stavbe ista, le ta ne bo bistveno spremenila. Razlog za to je v tem, da bodo potrebe po energiji zaradi enake namembnosti ostale podobne. Drugače velja to upoštevati pri stanovanjskih stavbah, kjer poraba energije močno odstopa glede na posameznika. Drugi razlog, ki vpliva na razliko med mEI in rEI, so klimatski podatki, saj moramo pri izračunu mEI upoštevati, da se poraba energije nanaša le na obdobje zadnjih treh let. V tem obdobju pa so lahko bili klimatski podatki drugačni od računskih. S tem imam v mislih mesečno povprečno temperaturo, energijo sončnega sevanja in temperaturni primanjkljaj, ki je lahko drugačen od projektnih. V našem primeru je bilo obdobje zadnjih treh let toplejše, s tem povezano pa je sledila tudi manjša poraba energije.

Nadaljnje sem primerjal še izračun računske energetske izkaznice izdelane v dveh različnih programih, in sicer KI Energija in URSA Gradbena fizika, kjer sem ugotovil, da v našem primeru ni prišlo do bistvenih odstopanj, čeprav lahko med posameznimi programi pri končnih rezultatih prihaja do zaznavnih odstopanj.

Na koncu sem podal še možne ukrepe za znižanje porabe energije, kjer sem ugotovil, da ima sama stavba na voljo še vedno znatno število potencialnih ukrepov za znižanje porabe energije, tako pri ogrevanju kot pri razsvetljavi. Z najboljšo kombinacijo oziroma vključitvijo vseh predlaganih sanacij glede manjše porabe energije, bi lahko izbrana stavba na področju potrebne toplote za ogrevanje prišla v razred skoraj nič-energetskih stavb. Da bi stavba postala skoraj nič-energetska, pa bi bilo potrebno investirati tudi v sistem pridobivanja energije iz obnovljivih virov energije. Pri sami sanaciji se je poleg varčne energije potrebno

ozreti tudi na počutje ljudi v posameznih prostorih, zato bi bilo priporočeno izvesti tudi celovito sanacijo na področju kvalitete notranjega okolja.

VIRI

- [1] Dolgoročna strategija za spodbujanje naložb energetske prenove stavb (predlog). 2015. Ljubljana, Ministrstvo za infrastrukturo: 109 str.
http://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/dseps/dsepsf_javna_obravnavaj_maj_2015.pdf
(Pridobljeno 10. 8. 2015.)
- [2] Vendramin, M. 2015. Dolgoročna strategija za spodbujanje naložb v energetske prenove stavb. Ljubljana, Ministrstvo za infrastrukturo: 8 str.
<http://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/dseps/dseps-vendramin.pdf>
(Pridobljeno 10. 8. 2015.)
- [3] Česen, M., Urbančič, A., Lah, P. Raba energije v javnem sektorju, stroški zanjo in vplivi na okolje. Statistični dnevi: 11 str.
http://www.stat.si/StatisticniDnevi/Docs/Radenci%202012/prispevki/Cesen_RabaEnergijeEmisijeStroskiJS-Prispevek_v2.pdf (Pridobljeno 10. 8. 2015.)
- [4] Valenčič, M. 2014. Dve plati energetske izkaznice. EGES. 18, 1: 46-50.
http://eizkaznica.si/files/Dve_plati_EI.pdf (Pridobljeno 18. 8. 2015.)
- [5] Energetska izkaznica stavbe – informacije za državljane. RS, Ministrstvo za infrastrukturo, Portal Energetika.
<http://www.energetika-portal.si/podrocja/energetika/energetske-izkaznice-stavb/za-drzavljanee/> (Pridobljeno 28.4.2015.)
- [6] Energetski zakon (EZ-1). Ur. l. RS, št. 003-02-1/2014-7: 1787-2018.
<https://www.uradni-list.si/1/content?id=116549> (Pridobljeno 26. 4. 2015.)
- [7] Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb. Ur.l. RS, št. 92-3699/2014: 10302.
<https://www.uradni-list.si/1/content?id=119788> (Pridobljeno 26. 4. 2015.)
- [8] Pravilniku o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o metodologiji in izdelavi energetskih izkaznic stavb. Ur. l. RS, št. 93-3613/2012: 9514.
<https://www.uradni-list.si/1/content?id=110730> (Pridobljeno 26. 4. 2015.)

[9] Pravilniku o usposabljanju, licencah in registru neodvisnih strokovnjakov za izdelavo energetskih izkaznic. Ur. l. RS, št. 01-0204/2010.

<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV10090> (Pridobljeno 26. 4. 2015.)

[10] Uredbi o določitvi najvišjih cen za izdajo energetske izkaznice. Ur. l. RS, št. 15-498/2014: 1672.

<https://www.uradni-list.si/1/content?id=116494> (Pridobljeno 26. 4. 2015.)

[11] Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah. Ur. l. RS, št. 52-2856/2010: 7840.

<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=201052&stevilka=2856> (Pridobljeno 26. 4. 2015.)

[12] Tehničnih smernicah TSG-1-004:2010 Učinkovita raba energije. Ministrstva za okolje in prostor.

http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/prostor/graditev/TSG-01-004_2010.pdf (Pridobljeno 26. 4. 2015.)

[13] Energetski razredi. Energetska izkaznica.

<http://www.energetska-izkaznica.si/energetska-izkaznica/kaj-je/energetski-razredi/>
(Pridobljeno 2. 9. 2015.)

[14] Letni delovni načrt vrtca Škofja Loka. 2013. Škofja Loka, Vrtec Škofja Loka: 53 str.

[http://vrtec.skofjaloka.si/UserFiles/file/LDN-%202013-2014%20-%20zadnji\(1\).pdf](http://vrtec.skofjaloka.si/UserFiles/file/LDN-%202013-2014%20-%20zadnji(1).pdf)
(Pridobljeno 26. 4. 2015.)

[15] Tehnična dokumentacija - PGD, vrtec Pedenjped Škofja Loka. 1979. SGP Tehnik d.d.

[16] Krainer, A., Perdan, R. 2002. Računalniški program TEDI. Uporabniški priročnik. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente: 30 str.

[17] Seliškar, N. 1984. Toplotna izolacija. Ljubljana, Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente: 54 str.

[18] Metodologija za izračun energijskih lastnosti stavbe.

pisrs.si/Pis.web/npb/2012-01-3613-2009-01-3362-npb1-p5.pdf (Pridobljeno 26.4.2015.)

[19] Malovrh, M., Lebar, A. 1996. Priročnik za energetske svetovalce. Ljubljana, Ministrstvo za gospodarske dejavnosti Republike Slovenije, Agencija RS za učinkovito rabo energije : Gradbeni inštitut ZRMK.

[20] Les-alu okna Ekostar Premium. Okna Jelovica d.o.o.
<http://www.jelovica-okna.si/les-alu-okna-ekostar2.html> (Pridobljeno 12. 5. 2015.)

[21] Stenska plinska kondenzacijska peč. Vaillant.
http://www.vaillant.si/uporabniki/produkti/ecotec-plus-vu-int-466-4-5-in-656-4-5-1090.sl_si.html (Pridobljeno 20. 5. 2015.)

[22] Povprečne letne in mesečne temperature zraka (°C) po meteoroloških postajah, Slovenija, letno. Statistični urad RS.
http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=0156101S&ti=&path=../Database/Okolje/01_ozemlje_podnebje/10_01561_podnebni_kazalniki/&lang=2 (Pridobljeno 28. 5. 2015.)

[23] Atlas okolja. Agencija RS za okolje.
http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (Pridobljeno 12. 5. 2015.)

[24] Medved, S., Arkar, C., Štruklje, T. 2014. Program KI Energija 2014. 3K-IT d.o.o.

[25] SIST EN ISO 13790:2008. Energijske značilnosti stavb – Računanje potrebne energije za gretje in hlajenje prostora.

[26] Pravilnik o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtca. Ur. l. 01-3427/2000: 9062.
<http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV3140> (Prodobljeno 28. 5. 2015.)

[27] Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb. Ur. l. RS, št. 42-2013/2002: 4139.
<https://www.uradni-list.si/1/content?id=36371> (Pridobljeno 6. 7. 2015.)

[28] Število delovnih dni za leto 2015 (40-urni delovni teden). Računovodja.
[http://www.racunovodja.com/clanki.asp?clanek=7992/Stevilo_delovnih_dni_za_leto_2015_\(40-urni_delovni_teden\)](http://www.racunovodja.com/clanki.asp?clanek=7992/Stevilo_delovnih_dni_za_leto_2015_(40-urni_delovni_teden)) (Pridobljeno 28. 5. 2015.)

[29] Šestan, P. 2012. Primerjava delovanja programskih orodij za izračun porabe energije v stavbah. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba P. Šestan): 119 f.

http://drugg.fgg.uni-lj.si/3856/1/GRV0462_Sestan.pdf (Pridobljeno 1. 8. 2015.)

[30] Mehansko prezračevanje zgradb, tehnična rešitev sedanjosti in prihodnosti. 2013. Ensvet. Občina Jesenice.

<http://www.jesenice.si/sl/medijski-center/novice/item/4720-mehansko-prezracevanje-zgradb-tehnicna-resitev-sedanjosti-in-prihodnosti> (Pridobljeno 27. 8. 2015.)

[31] Prezračevanje. Vitanest trgovina in storitve d.o.o.

<http://www.vitanest.si/kaj-je-prezra269evalni-sistem.html> (Pridobljeno 27. 8. 2015.)

[32] Dovjak, M., Kuček, A., Krainer, A. 2013. Prepoznavanje in obvladovanje dejavnikov tveganja za zdravje v bolnišničnem okolju z vidika uporabnika, stavbe in sistemov = Identification and control of health risks in hospital environmental from the aspects of users, buildings and systems. Zdravstveno varstvo. 52, 4: 304-315. ISSN 0351-0026.

[33] Energy saving with LED lighting in the workplace. Tryka L.E.D. Ltd.

<http://www.tryka.com/about-tryka/benefits-of-led.php> (Pridobljeno 19. 8. 2015.)

[34] Should you replace your T8 Fluorescent Lamps with T8 LED Tubes. 2015. Premier Lighting.

<http://www.premierltg.com/should-you-replace-your-t8-fluorescent-lamps-with-t8-led-tubes-2/> (Pridobljeno 19. 8. 2015.)

[35] Tihec, S. 2009. Varčna žarnica – ne hvala. Varčujem z energijo.

<http://varcevanje-energije.si/razsvetljava/varcna-zarnica-ne-hvala.html> (Pridobljeno 19. 8. 2015.)

[36] Gobrovšek, B. 2010. Različne izvedbe varčne razsvetljave.

<http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT408.htm> (Pridobljeno 19. 8. 2015.)

[37] Koražija, N. 2009. Varčna razsvetljava: Največ boste prihranili z ugašanjem luči.
Finance.

<http://www.finance.si/253154/Varčna-razsvetljava-Največ-boste-prihranili-z-ugašanjem-luči>

(Pridobljeno 19. 8. 2015.)

[38] Tihec, S. 2011. Od varčnih čim prej do led sijalk. Varčujem z energijo.

<http://varcevanje-energije.si/razsvetljava/od-varcnih-cim-prej-do-led-sijalk.html> (Pridobljeno

19. 8. 2015.)